

Ilpo Marttinen

LEIKKI – JA LEPOHUONEIDEN
LÄMPÖOLOSUHTEET JA
ILMANVAIHDON TOIMIVUUS
PÄIVÄKODEISSA

Opinnäytetyö
Talotekniikka

Toukokuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 28.4.2011	
Tekijä(t) Ilpo Marttinen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikka	
Nimeke Leikki- ja lepo huoneiden lämpöolosuhteet ja ilmanvaihdon toimivuus päiväkodeissa			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia päiväkotien leikki- ja lepo huoneiden sisäilman laatua ja lämpöolosuhteita sekä ilmanvaihdon toimivuutta ja selvittää mitä sisäilmaongelmia päiväkodeissa mahdollisesti on. Työssä vertailtiin myös tutkimuksessa mukana olleiden päiväkotien lämmitysenergian ja sähkön kulutusta.</p> <p>Opinnäytetyö on osa LVI-talotekniikkateollisuus ry:n ja viiden ammattikorkeakoulun yhteishanketta, jonka tarkoituksena on varmistaa turvalliset sisäolosuhteet päiväkodeissa ja uudistaa ”Päiväkotien ilmanvaihto”- opas. Työ kasaa yhteen Mikkeliissä keväällä ja kesällä 2010 sekä talvella 2011 suoritettuja mittauksia ja niiden tulokset. Mittauksia suoritettiin viiden eri päiväkodin leikki- ja lepo huoneissa mittaamalla mm. hiilidioksidipitoisuutta, lämpöolosuhteita ja ilmanvaihdon toimivuutta.</p> <p>Tutkimus osoitti, että näissä päiväkodeissa sisäilmaston laatu ja sen tavoitearvot täyttyvät yleensä vähintään tyydyttävästi. Suurimmat puutteet aiheutuivat liian pienistä tuloilmavirroista, mikä näkyi varsinkin lepo hetken aikana kasvaneina hiilidioksidipitoisuuksina ja kohonneina lämpötiloina. Ongelmat olivat samoja kuin aiemmissakin tutkimuksissa. Tulevaisuudessa uusia päiväkoteja rakennettaessa ja vanhoja saneerattaessa tulisi panostaa etenkin suunnitteluvaiheeseen ja käyttöönottoon. Myös lämmitysenergian ja sähkön kulutuksen pienentämiseksi tulee miettiä ratkaisuja.</p>			
Asiasanat (avainsanat) päiväkotit, sisäilmasto, ilmanvaihto, hiilidioksidipitoisuus, lämmitysenergia			
Sivumäärä 50 + 4		Kieli Suomi	
URN			
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Aki Valkeapää		Opinnäytetyön toimeksiantaja LVI-talotekniikkateollisuus ry	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 28.4.2011	
Author(s) Ilpo Marttinen		Degree programme and option Building Services Engineering	
Name of the bachelor's thesis Heat conditions in playing- and sleeping rooms and functionality of ventilation in day care centres			
Abstract The goal of this Bachelor's thesis was to search the quality of indoor air, heat conditions and functionality of ventilation in playing and sleeping rooms in day care centres and to find out if there are any problems. Another target was to compare consumption of heating energy and electricity in day care centres. This thesis is a part of bigger research of LVI-talotekniikkateollisuus ry and five different Universities of Applied Sciences. The purpose of this research is to ensure safe indoor quality in day care centres and make a new "Ventilation of day care centres"- guide. This study pieces together measurements that were made in Mikkeli in the spring and the summer 2010 and in the winter 2011. The measurements were made in playing and sleeping rooms in day care centres by measuring for example carbon dioxide level, heat conditions and functionality of ventilation. This study showed that in these day care centres the quality of indoor air is at least acceptable and it usually meets current standards and regulations. The biggest problems were caused by too small supply air amounts, which raised carbon dioxide level and temperature in sleeping rooms. The problems were mainly same as in earlier researches. In future when building new day care centres and repairing existing ones, more must be invested in planning and commissioning. Also ways of reducing heat energy and electricity consumptions should be considered.			
Subject headings, (keywords) day care centre, indoor climate, ventilation, carbon dioxide level, heating energy consumption			
Pages 50 + 4	Language Finnish		URN
Remarks, notes on appendices			
Tutor Aki Valkeapää		Bachelor's thesis assigned by LVI-talotekniikkateollisuus ry	

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

A	pinta-ala, m ²
A _{rak}	rakennuksen kokonaispinta-ala, m ²
CO ₂	hiilidioksidipitoisuus, ppm
k ₂	paikkakunta-kohtainen korjauskerroin Jyväskylään
Q _{kok}	rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutus, kWh/m ³
Q _{lkv}	lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh/vuosi
Q _{norm}	rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus, kWh/m ³
Q _{norm2008}	rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus vuonna 2008, kWh/m ³
Q _{tot}	rakennuksen tilojen lämmittämiseen menevä energia Q _{kok} – Q _{lkv} , kWh/m ³
q _v	tuloilmavirta, (l/s)/hlö, (l/s)/m ²
RH _p	poistoilman suhteellinen kosteus, %
RH _t	tuloilman suhteellinen kosteus, %
RH _u	ulkoilman suhteellinen kosteus, %
RH _{l,1m}	ilman suhteellinen kosteus, %
t _i	ilman lämpötila, °C
t _l	lattian pintalämpötila, °C
t _o	operatiivinen lämpötila, °C
t _p	poistoilman lämpötila, °C
t _t	tuloilman lämpötila, °C
t _u	ulkoilman lämpötila, °C
V	tilavuus, m ³
V _{3 min}	ilman liikenopeuden 3 minuutin keskiarvo, m/s
V _{lkv}	lämpimän käyttöveden määrä, m ³ / vuosi
V _{rak}	rakennustilavuus, m ³

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	AIEMMAN TUTKIMUKSEN TULOKSET	2
3	SISÄILMASTOON LIITTYVÄT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET	2
4	MITTAUSMENETELMÄT.....	4
4.1	Perusmittaukset.....	4
4.2	Seurantamittaukset.....	5
5	TUUKKALAN PÄIVÄKOTI	5
5.1	Taustatiedot.....	5
5.2	Mittaustulokset	5
5.2.1	Perusmittaukset.....	5
5.2.2	Seurantamittaukset.....	11
5.3	Olosuhteiden pysyvyys	14
6	SAKSALAN PÄIVÄKOTI.....	15
6.1	Taustatiedot.....	15
6.2	Mittaustulokset	15
6.2.1	Perusmittaukset.....	15
6.2.2	Seurantamittaukset.....	20
6.3	Olosuhteiden pysyvyys	23
7	LÄHEMÄEN PÄIVÄKOTI.....	24
7.1	Taustatiedot.....	24
7.2	Mittaustulokset	24
8	RÖLLIN PÄIVÄKOTI.....	30
8.1	Taustatiedot.....	30
8.2	Mittaustulokset	30
9	MUKSULAN PÄIVÄKOTI.....	35
9.1	Taustatiedot.....	35
9.2	Mittaustulokset	35
10	MELU JA VALAISTUS	40
11	LÄMMITYSENERGIAN JA SÄHKÖN KULUTUS.....	41

11.1	Lämmitysenergia kulutus.....	41
11.2	Sähkön kulutus.....	44
12	POHDINTA	45
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	
1	Mittalaitteet	

1 JOHDANTO

Vuonna 2009 Suomessa oli noin 200 000 lasta kunnallisessa päivähoidossa. Hieman yli 70 % näistä lapsista hoidettiin päiväkodeissa. Pelkästään kunnallisia päiväkoteja oli 2564. Sosiaalipalvelujen henkilöstöstä 55 800 työskenteli lasten päivähoidon palveluissa, heistä merkittävä osa päiväkodeissa. [1, s. 3, 9.] Ihmiset ovat nykyään valvettuneita ja kiinnostuneita sisäilmaan liittyvissä asioissa. Päiväkotien sisäilmaongelmien noustua esille oli niihin liittyvällä tutkimuksella selkeä tarve. Kyse on myös mittavasta kansanterveydellisestä kysymyksestä, johon tarvitaan tutkittua faktaa. [2, s. 1.]

LVI – talotekniikkateollisuus käynnisti keväällä 2010 yhdessä viiden ammattikorkeakoulun kanssa yhteishankkeen, jonka tavoitteena oli varmistaa terveelliset sisäolosuhteet päiväkodeissa. Päiväkotien sisäilman laatua oli laajemmassa mittakaavassa viimeksi tutkittu vuosina 2000 – 2002, jolloin havaittiin useita puutteita päiväkotien sisäilmassa. Tällöin tutkimuksen tulosten perusteella julkaistiin ”Päiväkotien ilmanvaihto” opas. Uusien määräysten ja ohjeiden myötä tuo opas on osittain vanhentunut. Nyt tarkoituksena on saada uutta tietoa päiväkotien sisäilman laadusta ja selvittää, vastaako se nykyisiä määräyksiä ja ohjeita sekä ovatko paineet energiatehokkuuden parantamisesta ja talouden säästöistä vaikuttaneet sisäilman laatuun. Tarkoituksena on myös päivittää ”Päiväkotien ilmanvaihto”-opas. [2, s. 1.]

Uudistetun oppaan tarkoituksena on palvella paremmin myös päiväkotien loppukäyttäjii. Kuitenkin myös suunnittelijoiden, toteutusosapuolten ja kunnossapidosta vastaavien tulee saada siitä tarvittavat tiedot. Tällöin sitä voidaan hyödyntää uuden päiväkodin suunnittelussa ja toteutuksessa, vanhojen korjauksessa ja ongelmien kartoituksessa, päiväkotien sisäilman laadun arvioinnissa ja vertailussa sekä ylläpidossa ja huollossa. [2, s. 1.]

Mikkelin ammattikorkeakoulun osalta hanke alkoi keväällä 2010, jolloin tehtiin ensimmäiset sisäilman laatuun ja ilmanvaihtoon liittyvät mittaukset. Näistä mittauksista ja sen tuloksista teki Tomi Virtala opinnäytetyönsä ”Päiväkotien sisäilmatutkimus”. Kesällä 2010 ja talvella 2011 suoritettiin seuraavat mittaukset. Tämä opinnäytetyö kasaa yhteen kaikki Mikkelissä tehdyt päiväkotien sisäilman laatuun ja ilmanvaihtoon

liittyvät mittaukset. Työssä esitellään mittaustulokset sekä niistä tehdyt havainnot ja päätelmät. Lisäksi paneudutaan myös päiväkotien lämmitysenergian ja sähkön kulutukseen mm. vertailemalla päiväkotien kulutuksia valtakunnallisiin keskiarvoihin.

2 AIEMMAN TUTKIMUKSEN TULOKSET

”Päiväkotien ilmanvaihto”-raportti ja ”Päiväkotien ilmanvaihto”-opas pohjautuvat Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön suorittaman tutkimuksen tuloksiin. Tutkimus on tehty vuosina 2000 – 2002, ja se on Johanna Jalaksen ja Pirjo Kimarin tekemä. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää ratkaisuja päiväkotien ilmanvaihtojärjestelmien ongelmiin. [3, s. 3-6.]

Tutkimuksessa havaittiin, että kaksi litraa sekunnissa huononeliötä kohden on ilmavirtojen vähimmäisohjemääränä riittävä. Pinta-alaperusteinen mitoitus tulisi kuitenkin tarkistaa henkilömääräperusteiseen vertaamalla, koska henkilökuormitus lattiapinta-alaa kohti vaihtelee paljon. Pelkkä ilmavirtojen suurentaminen ei kuitenkaan välttämättä paranna sisäilman laatua. Ulkolämpötilan ollessa enintään 15 °C korkeampi kuin paikkakunnan mitoitusulkolämpötila voidaan tilakohtaisia ilmavirtoja pienentää tilapäisesti enintään 50 % lämmityslaitteiden mitoitusastetta pienentämiseksi. Tutkimuksessa havaittiin lisäksi puutteita sekä kiinteistönhoitohenkilökunnalle ja päiväkodin henkilökunnalle annetussa ilmanvaihtojärjestelmän käytön opastuksessa. Ilmanvaihtojärjestelmän käytön opastus tulisi olla erikseen eri ajankohta kuin muiden tilojen ja järjestelmien käytön opastus. Ilmanvaihdon suunnittelijan tulisi olla mukana opastuksessa. Henkilökunnan tulee tietää, kuinka suurille henkilömäärille tilat on mitoitettu. [3, s. 51; 4, s. 4-13.]

3 SISÄILMASTOON LIITTYVÄT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Huolehtimalla päiväkodin tilojen riittävästä ilmanvaihdosta pidetään sisäilman laatu hyvänä. Sisäilmaston laatuun vaikuttavat mm. ilman lämpötila, kosteus, vetoisuus, hajuttomuus ja hiukkaset. Riittävän ilmanvaihdon varmistamiseksi on suositeltavaa, että päiväkodissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Huono sisäilman laatu aiheuttaa mm. väsymystä, päänsärkyä, pahoinvointia ja silmien ärsytysoireita. Uusien ja peruskorjattavien rakennusten ilmanvaihtoa koskevat ohjeet on annettu ympäristö-

ministeriön asetuksessa Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Vanhojen rakennusten osalta riittää, ettei hiilidioksidipitoisuus ylitä sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeessa annettuja arvoja. [5, s. 61.] Näiden lisäksi sisäilmastoyhdistyksen laatima sisäilmastoluokitus antaa ohjeita, kun tavoitteena on rakentaa terveellisiä ja viihtyisiä rakennuksia. Tätä luokitusta voidaan käyttää uudis- ja korjaamisrakentamisessa. Luokitus antaa sisäilman tavoite - ja suunnitteluarvot. Sisäilmaston laatu jaetaan seuraaviin luokkiin: S1 (yksilöllinen), S2 (hyvä) ja S3 (tydyttävä). S1 tarkoittaa sisäilman laatua, jota 90 % arvioijista pitää hyvänä. S3 on alin hyväksyttävä luokka, jossa voi kuitenkin ilmaantua haittoja herkille henkilöille. [6, s. 1-4.]

Taulukkoon 1 on koottu tarkemmat määräykset ja ohjeet liittyen päiväkotien sisäilmastoon ja ilmanvaihtoon.

TAULUKKO 1. Sisäilmaston laadun vertailuarvot [6; 7; 8; 9;10].

	D2			SL 2008			Asumisterveysohje
	1987	2003	2010	S1	S2	S3	
q_v (l/s/m ²)	2	2,5	2,5	4	2,5	2,5	-
q_v (l/s/hlö)	5	6	6	12	9	6	4
CO ₂ (ppm)	≤2500	≤1200	≤1200	< 750	< 900	< 1200	≤1500
t_i (°C)	21	20...22 ⁽¹⁾	20...22 ⁽¹⁾	-	-	-	20...22 ⁽¹⁾
t_i (°C)	-	22...24 ⁽⁴⁾	22...24 ⁽⁴⁾	-	-	-	22...24 ⁽⁴⁾
t_o (°C)	20	20...22 ⁽¹⁾	20...22 ⁽¹⁾	21...22	20,5...22,5	20...22	20
t_l (°C)	-	-	-	≥19	≥19	≥17	19...20
v (m/s)	≤0,18	≤0,2 _(talvi) ≤0,3 _(kesä)	≤0,2 _(talvi) ≤0,3 _(kesä)	< 0,14 ⁽²⁾	< 0,17 ⁽²⁾	< 0,2 ⁽²⁾	0,15...0,23 ⁽³⁾

1) Lämmityskausi

2) Kun ilman lämpötila + 21 °C

3) Enimmäisarvo (hyvä taso), kun ilman lämpötila on 20...22 °C

4) Kesäkausi

4 MITTAUSMENETELMÄT

Mittaukset tehtiin keväällä ja kesällä 2010 sekä talvella 2011. Ilman laatuun, lämpöolosuhteisiin ja ilmanvaihtoon liittyvät mittaukset suoritettiin SFS - standardien 5511 ja 5512 mukaan. Mittauksia tehtiin viidessä eri päiväkodissa, jotka valittiin yhdessä Mikkelin kaupungin kanssa. Kaikkia valittuja päiväkoteja on peruskorjattu tai laajennettu. Tarkemmat tiedot ja kuvat mittalaitteista on esitetty liitteessä 1.

4.1 Perusmittaukset

Perusmittaukset suoritettiin kaikkien tutkimukseen valittujen päiväkotien leikki- ja lepophuoneissa. Leikkihuoneissa mittaukset suoritettiin aamupäivällä leikkihetken aikana ja lepophuoneissa iltapäivällä lepohetken aikana. Valittuina ajankohtina huoneiden kuormitus oli suurimmillaan. Perusmittauksissa pyrittiin vähintään tunnin mittausjaksoon. Mittaukset pyrittiin aloittamaan huoneiden ollessa tyhjillään tai niiden ollessa ainakin pienellä henkilökuormalla. Mittausten aikana päiväkodit toimivat normaalisti.

Perusmittauksissa mitattavat suureet olivat seuraavat:

- ilman lämpötila (0,1 m, 1,1 m ja 1,7 m) sekä suhteellinen kosteus (1,1 m)
- operatiivinen lämpötila (1,1 m)
- hiilidioksidipitoisuus (1,1 m)
- tulo- ja poistoilman lämpötila sekä suhteellinen kosteus
- ulkoilman lämpötila sekä suhteellinen kosteus.

Näiden lisäksi mitattiin kertamittauksina lattian pintalämpötila ja ilman liikenopeus sekä huoneiden tulo- ja poistoilmavirrat. Talvimittausten yhteydessä mitattiin vielä leikkihuoneiden valotehoa sekä lepophuoneiden meluisuutta. Kertamittaukset pyrittiin tekemään tilojen ollessa tyhjillään ja tarvittaessa suorittamaan mittauksia useammasta kohtaa huoneita, jotta saataisiin mahdollisimman luotettavia tuloksia. [12; 13; 14.]

4.2 Seurantamittaukset

Keväällä 2010 suoritettujen perusmittausten perusteella valittiin viikon mittaiseen seurantamittaukseen kaksi päiväkotia. Tuukkalan päiväkoti valikoitui sillä perusteella, että siellä perusmittausten perusteella ilmamäärät olivat nykysuositusten mukaiset. Saksalan päiväkoti taas valittiin syystä, että siellä ilmamäärät olivat henkilökuormaan nähden alhaiset. Mittaukset tehtiin vain päiväkotien leikkihuoneissa. Leikkihuoneissa mitattiin ilman lämpötilaa ja ilman hiilidioksidipitoisuutta 1,1m korkeudelta.

5 TUUKKALAN PÄIVÄKOTI

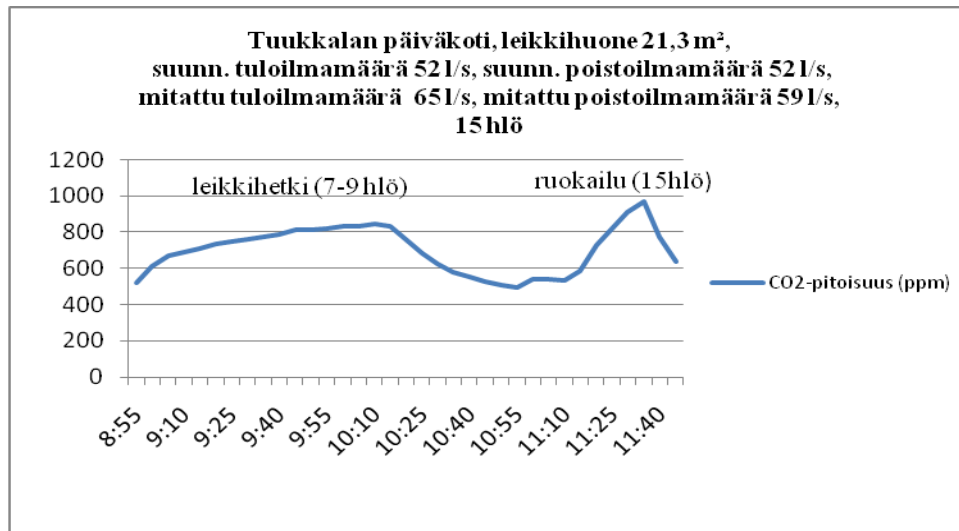
5.1 Taustatiedot

Tuukkalan päiväkoti on rakennettu vuonna 1988 ja otettu käyttöön vuonna 1989. Päiväkotia on laajennettu vuonna 2009. Huonepinta-alaa on 530 m² sekä rakennustilavuutta 2310 m³. Ilmanvaihtotapana on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Tuloilmakoneet käyvät täydellä teholla klo 5:00 – 18:00 ja puolella teholla klo 18:00 – 5:00. Lämmitysmuotona on kaukolämpö, ja lämmönjakotapana on vesikiertoinen patterilämmitys. Päiväkodissa on kolme hoitoryhmää, joihin kuuluu 37 lasta. Henkilökuntaa päiväkodissa on 12 henkilöä.

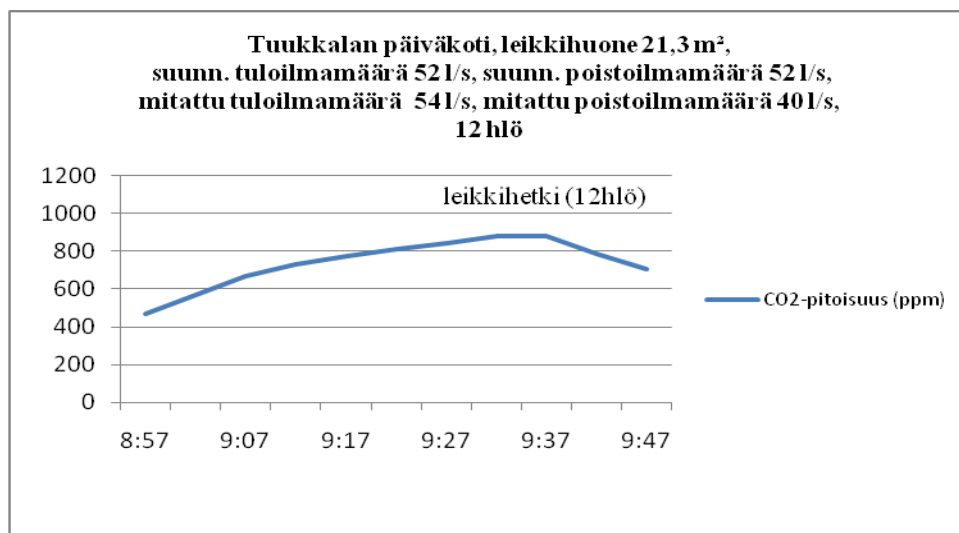
5.2 Mittaustulokset

5.2.1 Perusmittaukset

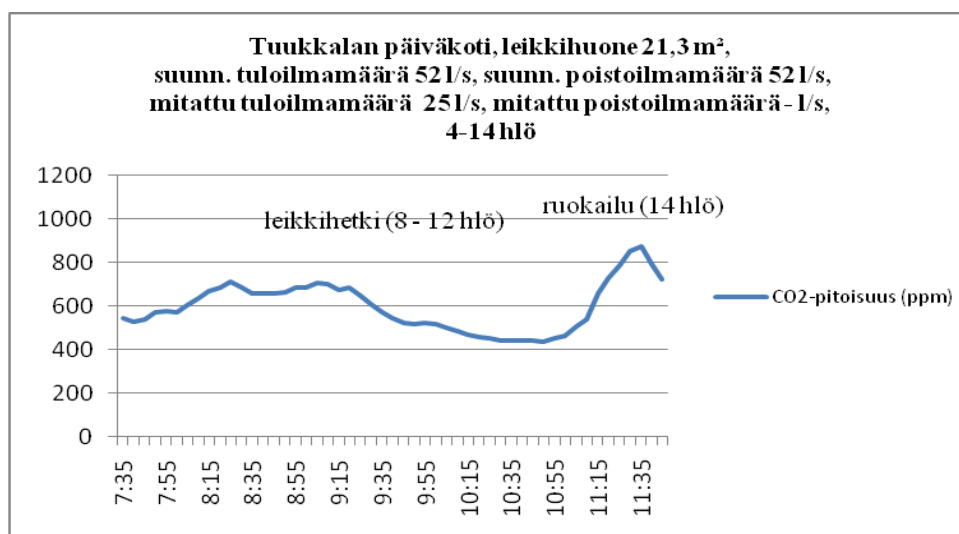
Kuvissa 1 (kevätmittaus), 2 (kesämittaus) ja 3 (talvimittaus) on esitetty leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuus leikkihetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 1. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 12]



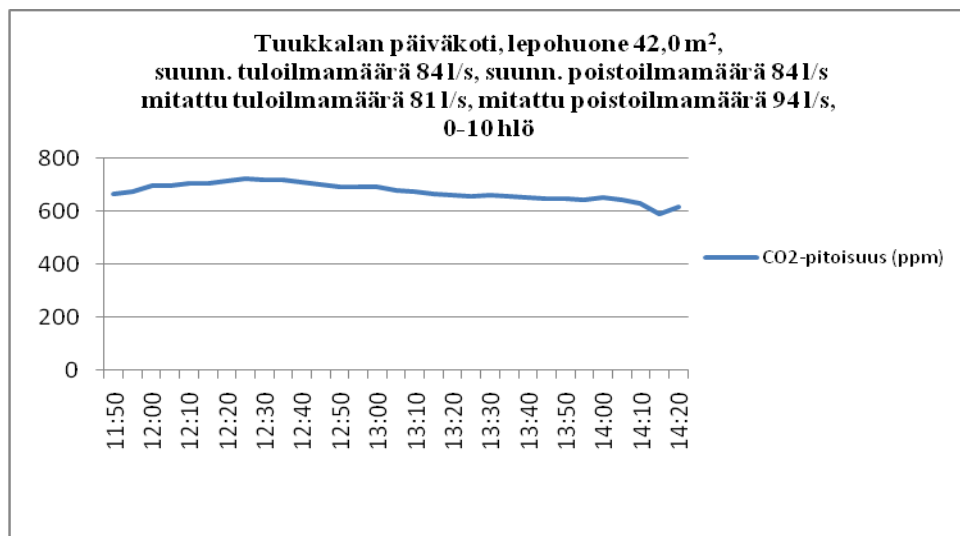
KUVA 2. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 3]



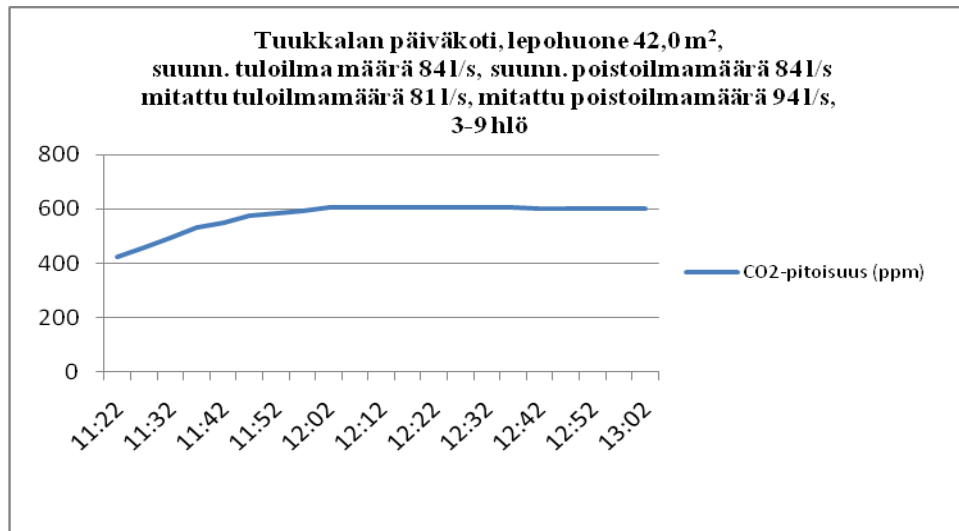
KUVA 3. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus talvella 2011

Tuukkalan päiväkodissa kaikkien kolmen mittauksen aikana leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuudet jäivät alle 1000 ppm:n ja alittivat näin ollen selkeästi D2:n ohjearvon. Talvimittauksissa saatu tuloilmavirta poikkesi aikaisempien mittausten ilmavirroista huomattavasti. Mittaushetkellä oli kova pakkanen. Tästä syystä käytin Tuukkalan päiväkodin osalta kesällä 2010 mitattuja ilmavirtoja. Tällöin tuloilmavirta leikkihuoneeseen on $2,5 \text{ (l/s)/m}^2$ ja $3,9 \text{ l/s}$ henkilöä kohden (15hlöä). Näin ollen tuloilmavirta täyttää D2:n pinta-alaperusteisen ohjearvon, muttei henkilöperusteista ohjearvoa. Mitattu tuloilmavirta on hyvin lähellä suunnitteluarvoa, mutta poistoilmavirta on 23 % pienempi kuin suunnitteluarvo. Normaalisti leikkihuoneessa ovet muihin tiloihin olivat auki.

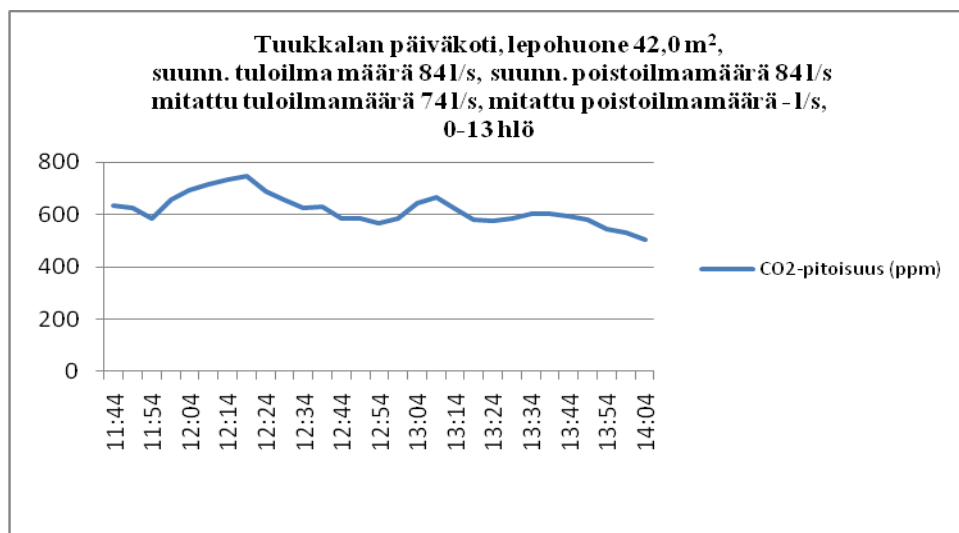
Kuvissa 4 (kevätmittaus), 5 (kesämittaus) ja 6 (talvimittaus) on esitetty lepoahuoneen hiilidioksidipitoisuus lepohetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 4. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 13]



KUVA 5. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 4]



KUVA 6. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus talvella 2011

Lepohuoneen hiilidioksidipitoisuudet eivät nousseet minkään mittauksen aikana kovinkaan korkealle ja jäivät selvästi alle D2:n ohjearvon. Tuukkalan päiväkodissa lepo huone on melko iso pinta-alaltaan ja siihen suhteutettuna henkilökuormat melko alhaisia. Kesällä 2010 mitattujen ilmavirtojen mukaan saatiin lepo huoneen tuloilmavirraksi neliömetriä kohden 1,9 l/s ja henkilöä kohden 6,2 l/s, kun henkilökuorma oli 13 henkilöä. Tällöin D2:n mukainen henkilöperusteinen ohjearvo täyttyy, muttei pinta-alaperusteinen. Mitattu tuloilmavirta on 4 % pienempi kuin suunnitteluarvo, kun taas poistoilmavirta on 12 % suunnitteluarvoa suurempi. Päiväkodin laajennuksen yhteydessä tehtyä ilmanvaihtoon liittyvää saneerausta voidaan kuitenkin pitää kokonaisuutena onnistuneena.

TAULUKKO 2. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 7.4.2010 [15, s. 14]

Tuukkalan päiväkot		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepuhuone
		8:55 - 10:15	11:55 - 13:55
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	22,2	20,7
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	22,5	20,9
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	-	29
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	22,9	21
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	22,8	20,9
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	2,0	3,6
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	19,7	19,7
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	22,3	22,6
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	90	83
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	28	27
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	27	26
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,10	0,08
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	20	19

Leikkihuoneessa ilman lämpötilojen keskiarvot sekä operatiivinen lämpötila nousivat mittausjaksolla yli D2:n lämmityskauden suunnitteluarvon.

TAULUKKO 3. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 17.8.2010 [16, s. 5]

Tuukkalan päiväkot		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepuhuone
		8:57 - 9:57	11:22 - 13:02
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	23,2	23,6
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	23,6	24,2
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	40	40
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	23,2	23,8
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	23,6	24,2
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	15,6	21,5
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	21,2	22,7
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	23,7	24,4

ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	59	44
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	40	39
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	39	39
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,03	0,05
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	21	20

Lepohuoneessa ilman lämpötilan sekä operatiivisen lämpötilan keskiarvot nousivat mittausjaksolla yli D2:n kesäkauden suunnitteluarvon.

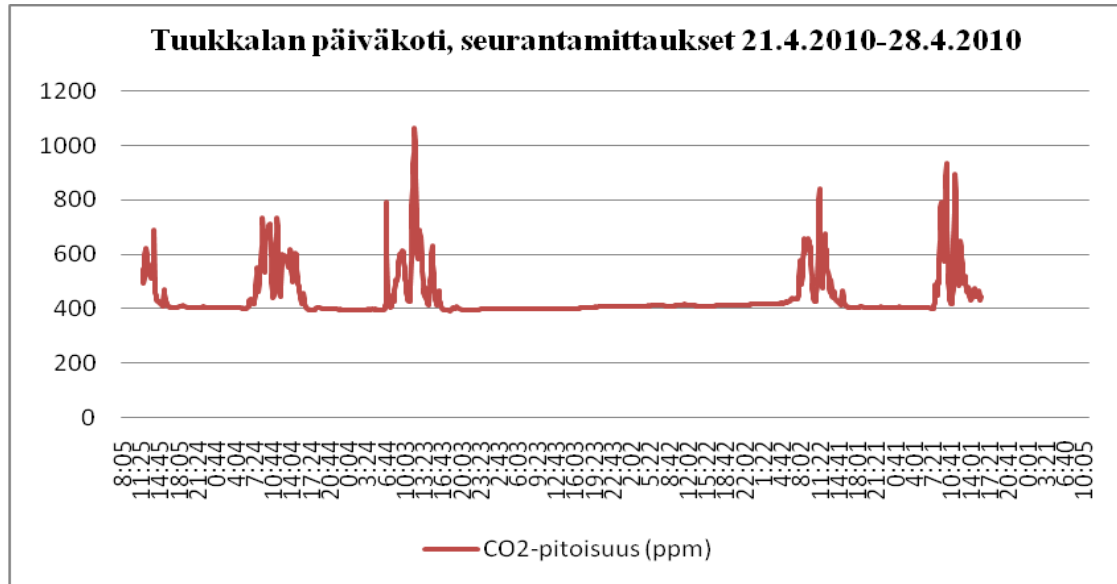
TAULUKKO 4. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 27.1.2011

Tuukkalan päiväkot		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepohuone
		7.35 – 11.30	11.40 - 14.05
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	20,8	22,7
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	22,1	22,4
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	9	11
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	22,6	22,6
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	22,1	22,6
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	-12,1	-9,1
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	21,3	21,7
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	22,4	22,6
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	81	84
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	8	9
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	10	14
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,03	0,04
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	20	21

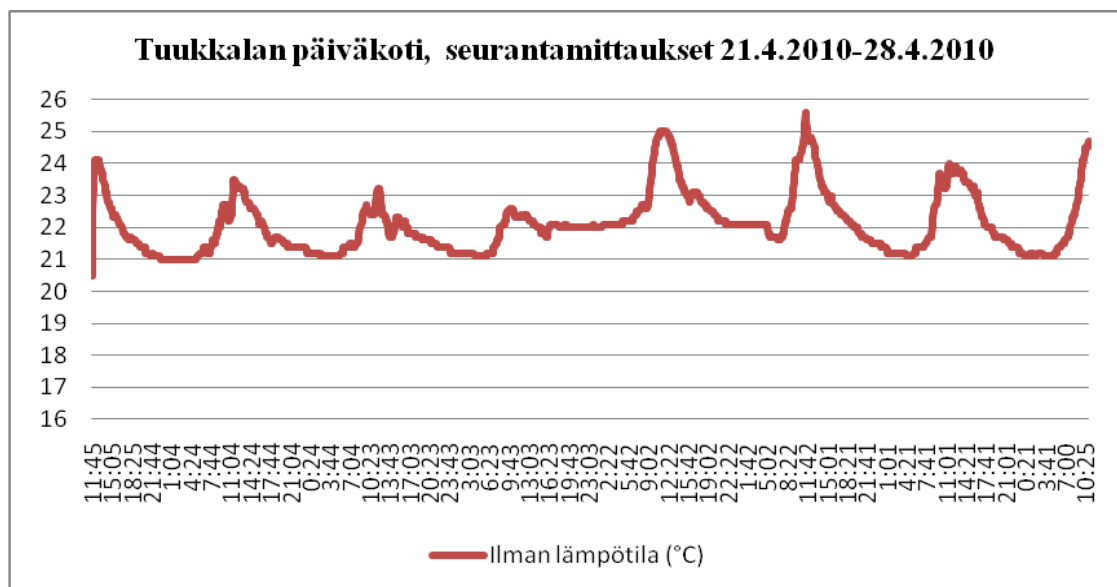
Leikki – ja lepuhuoneen ilman lämpötilojen keskiarvot sekä operatiivisten lämpötilojen keskiarvot nousivat mittausjaksolla yli D2:n lämmityskauden suunnitteluarvon.

5.2.2 Seurantamittaukset

Kuvissa 7 (kevätmittaus), 8 (kesämittaus) ja 9 (talvimittaus) on esitetty leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuus ja kuvissa 10 (kevätmittaus), 11 (kesämittaus) ja 12 ilman lämpötila (1,1 m) 6 päivän seurantamittauksen aikana.

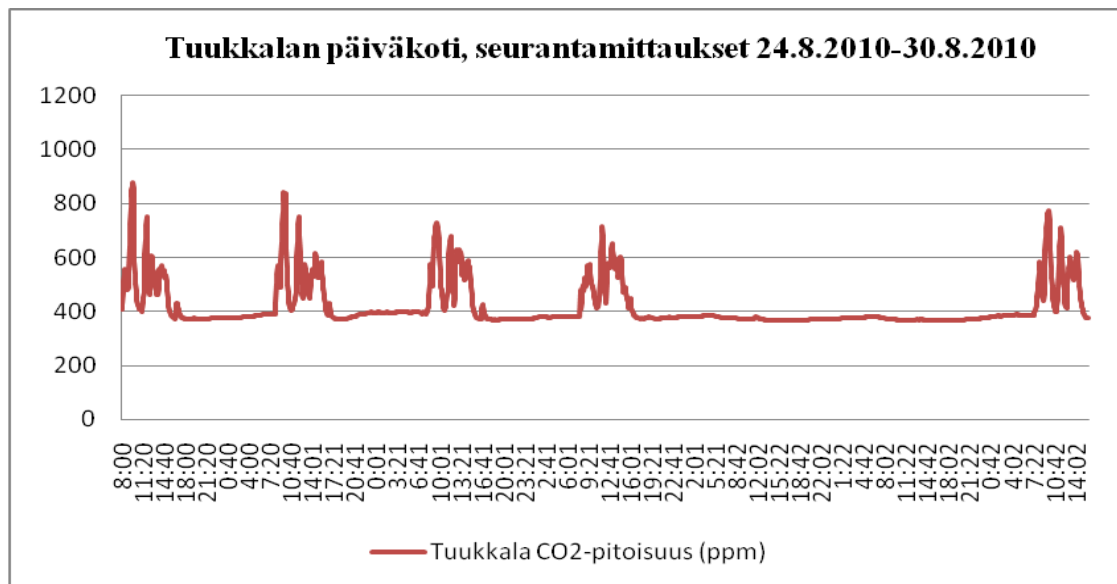


KUVA 7. Leikkihuoneen CO₂ - pitoisuus seurantamittauksen aikana [15, s. 15]

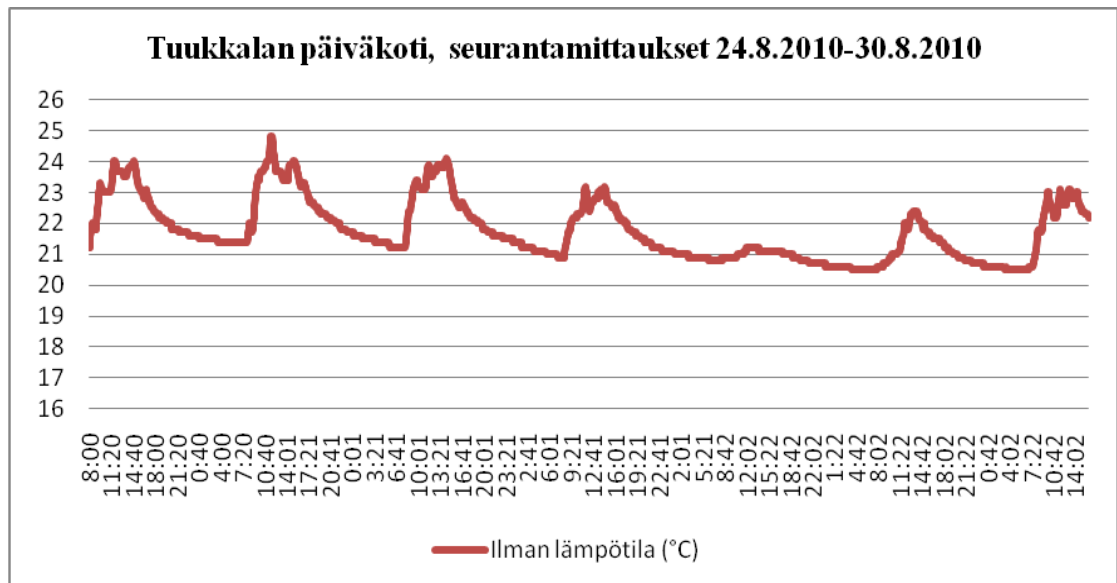


KUVA 8. Leikkihuoneen ilman lämpötila seurantamittauksen aikana [15, s. 16]

Keväällä tehdyn seurantamittauksen aikana hiilidioksidipitoisuudet olivat koko viikon ajan varsin hyvällä tasolla. Leikkihuoneen ilman lämpötila nousi kuitenkin huomattavan korkeaksi huippukuormitusten aikana.

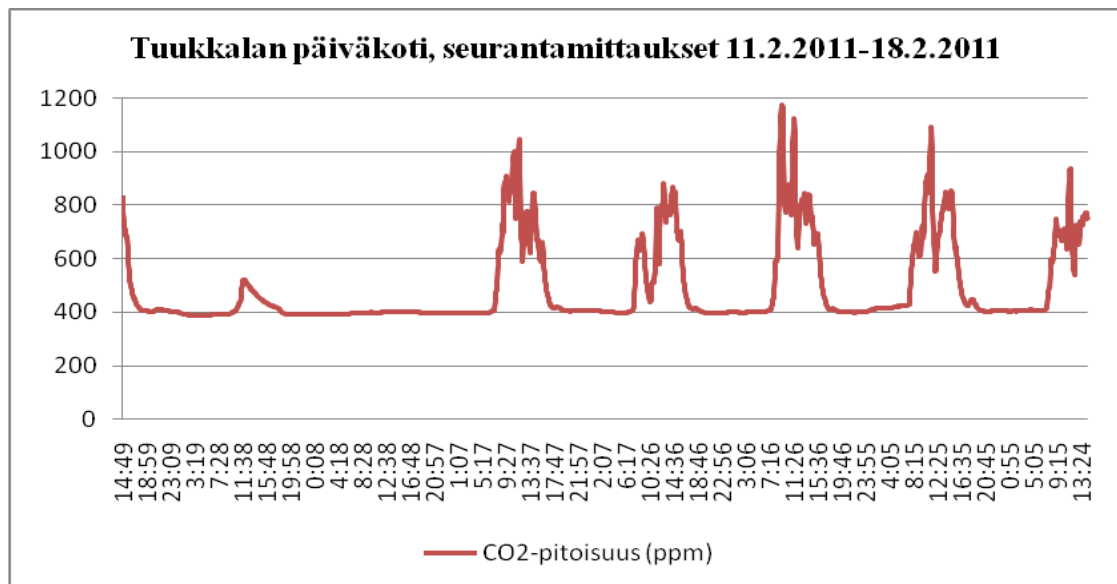


KUVA 9. Leikkihuoneen CO₂ - pitoisuus seurantamittauksen aikana [16, s. 6]

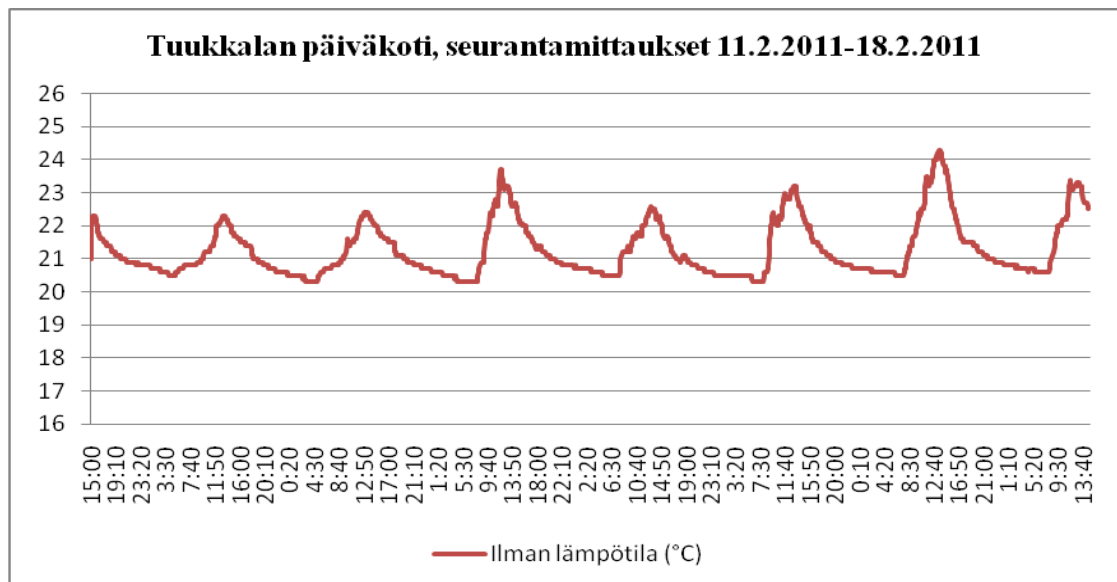


KUVA 10. Leikkihuoneen ilman lämpötila seurantamittauksen aikana [16, s. 6]

Myös kesällä tehdyn seurantamittauksen aikana hiilidioksidipitoisuudet ovat hyvällä tasolla. Ilman lämpötilat eivät enää kuitenkaan nouse yhtä korkealla kuin keväällä. Tämä saattaa johtua, että päiväkodissa on ollut vähemmän lapsia kesällä.



KUVA 11. Leikkihuoneen CO₂ - pitoisuus seurantamittauksen aikana



KUVA 12. Leikkihuoneen ilman lämpötila seurantamittauksen aikana

Talvella 2011 suoritettujen seurantamittausten aikana ulkolämpötila oli useampana päivänä alle – 20 °C. Tällöin lapset olivat koko päivän sisätiloissa. Tämä nosti sisäilman hiilidioksidipitoisuutta ja ilman lämpötilaa ehkä normaalia korkeammaksi, koska kuormitus oli jatkuvaa. Kuitenkaan edes tällöin hiilidioksidipitoisuudet eivät nousseet yli D2:n enimmäisohjearvon. Huippukohdat ajoittuvat hiilidioksidipitoisuudessa ja lämpötilassa ruokailuun, jolloin kuormitus leikkihuoneessa oli kaikkein suurinta.

5.3 Olosuhteiden pysyvyys

Olosuhteiden pysyvyyttä on tarkasteltu hiilidioksidipitoisuuden ja ilman lämpötilan (1,1m) keskiarvon avulla. Olosuhteiden pysyvyys prosentteina ilmoitettuna kuvaa, minkä osan huoneen käyttöajasta hiilidioksidipitoisuus ja lämpötila eivät ylitä tai alita sallittuja vähimmäis- tai enimmäisarvoja. Olosuhteiden pysyvyydet on laskettu talvella 2011 tehtyjen seurantamittausten perusteella. Olosuhdepysyvyydet on esitetty taulukoissa 5 ja 6 ja niiden pysyvyyttä päiväkodin käyttöaikana (8-16) on verrattu Sisäilmastoluokitus 2008:n tavoitearvoihin.

TAULUKKO 5. Ilman laadun (CO₂-pitoisuus) olosuhdepysyvyys verrattuna SL 2008 tavoitearvoihin

Sisäilmastoluokka	S1	S2	S3
Tavoitearvo CO ₂ -pitoisuudelle	<750 ppm	<900ppm	<1200ppm
Tavoitearvo olosuhdepysyvyydelle	95 %	90 %	-
Mitattu olosuhdepysyvyys	60 %	92 %	100 %

TAULUKKO 6. Ilman lämpötilan olosuhdepysyvyys verrattuna SL 2008 tavoitearvoihin

Sisäilmastoluokka	S1	S2	S3
Tavoitearvo operatiiviselle lämpötilalle	$21,0^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op}} \leq 22,0^{\circ}\text{C}$	$20,5^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op}} \leq 22,5^{\circ}\text{C}$	$20,0^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{op}} \leq 22,0^{\circ}\text{C}$
Tavoitearvo olosuhdepysyvyydelle	95 %	90 %	-
Mitattu olosuhdepysyvyys	30 %	67 %	34 %

6 SAKSALAN PÄIVÄKOTI

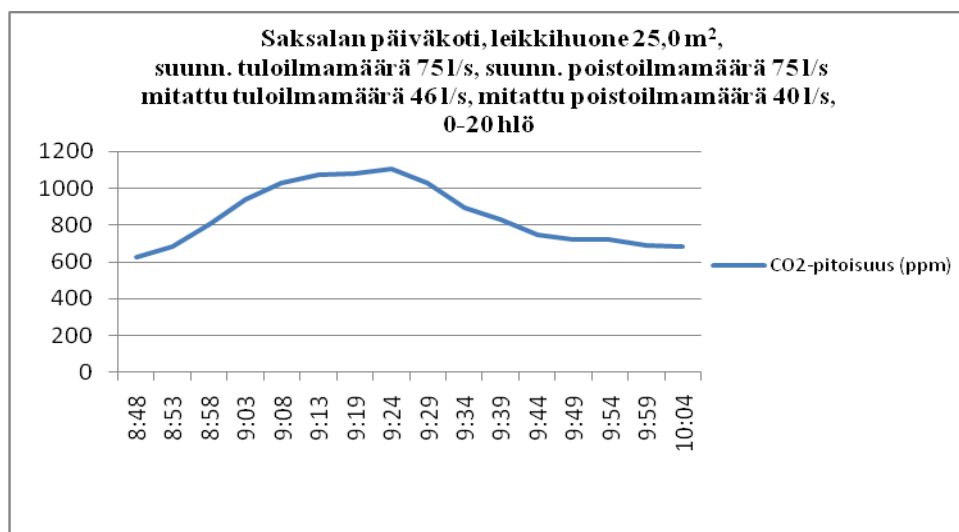
6.1 Taustatiedot

Saksalan päiväkotia on rakennettu vuonna 1820. Päiväkotikäyttöön rakennus on otettu vuonna 1985 ja peruskorjaus on tehty vuonna 2005. Päiväkodissa on kaksi kerrosta ja huonepinta-alaa 748 m² sekä rakennustilavuutta 3070 m³. Ilmanvaihtotapana on koneellinen tulo – ja poistoilmanvaihto. Tuloilmakone toimii täydellä teholla koko ajan. Lämmitysmuotona on kaukolämpö, ja lämmönjakotapana vesikiertoinen patterilämmitys. Päiväkodissa on kolme hoitoryhmää, joihin kuuluu 90 lasta. Henkilökuntaa päiväkodissa on 20 henkilöä.

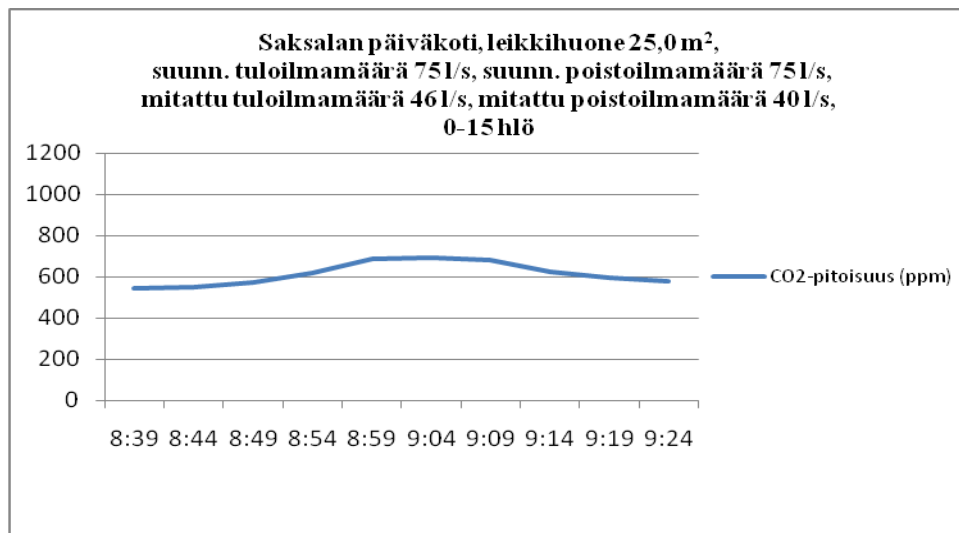
6.2 Mittaustulokset

6.2.1 Perusmittaukset

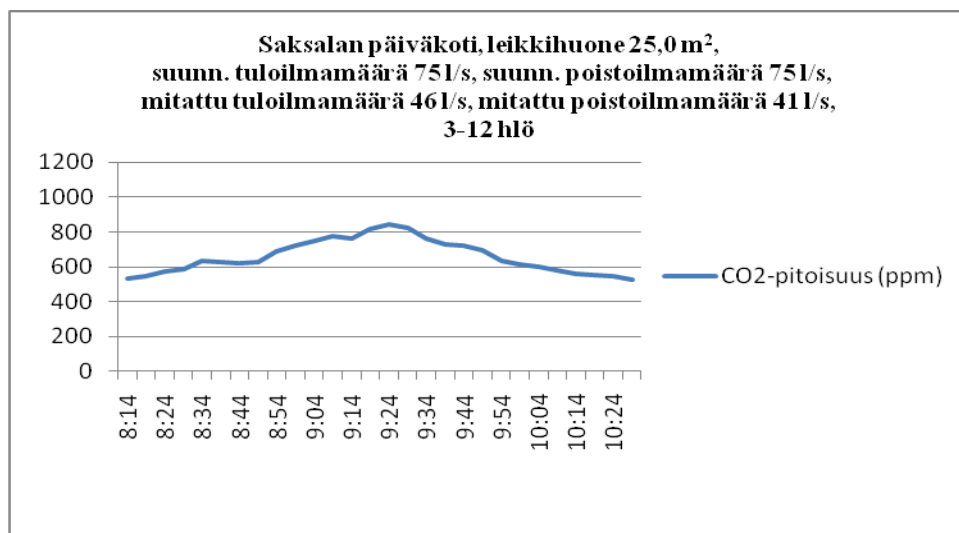
Kuvissa 13 (kevätmittaus), 14 (kesämittaus) ja 15 (talvimittaus) on esitetty leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuus leikkihetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 13. Leikkihuoneen CO₂-pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 19]



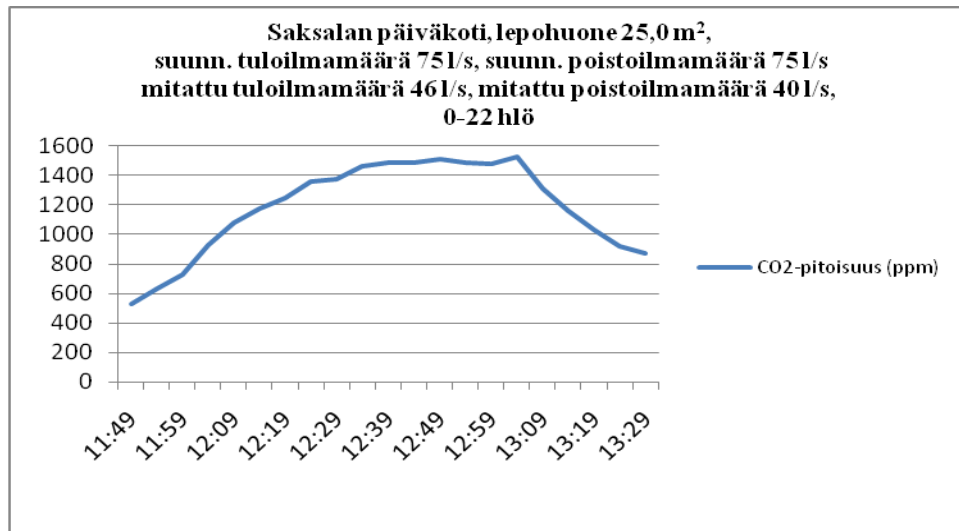
KUVA 14. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 8]



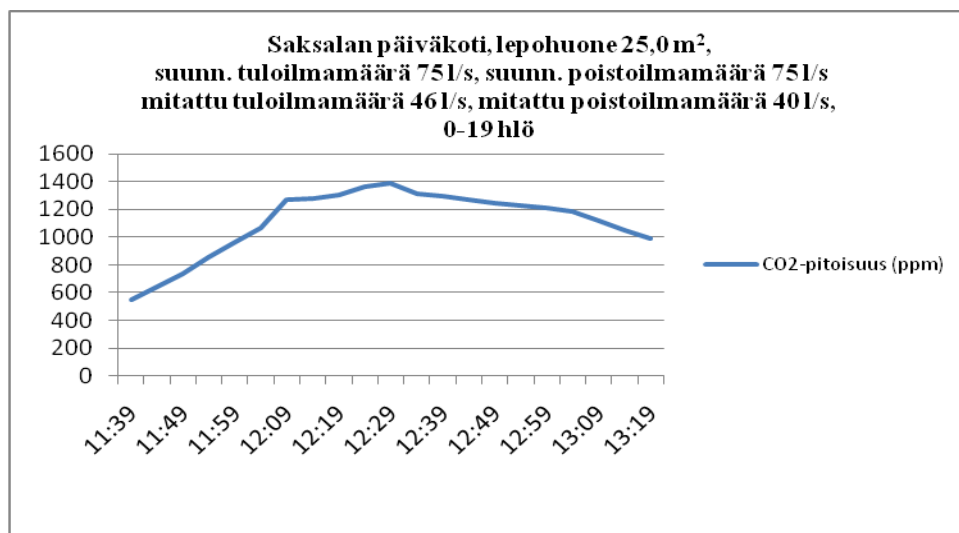
KUVA 15. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus talvella 2010

Hiilidioksidipitoisuudet eivät leikkihetken aikana nousseet yli D2:n ohjearvon. Leikkihetken aikana huoneen ovet muihin tiloihin olivat auki, ja tarvittaessa lapsia voitiin jakaa pienempiin ryhmiin useampaan eri tilaan. Kesä- ja talvimittausten aikaan henkilökuormat olivat normaalia pienemmät ja lapset olivat leikkihuoneessa lyhyemmän aikaa. Tuloilmavirraksi talvimittausten aikaan saatiin 1,8 (l/s)/m² ja 3,8 l/s henkilöä kohden. Huippukuormituksen aikaan keväällä ilmavirta oli 2,3 l/s henkilöä kohden. Tuloilmavirta on 39 % ja poistoilmavirta 45 % suunniteltua pienempi.

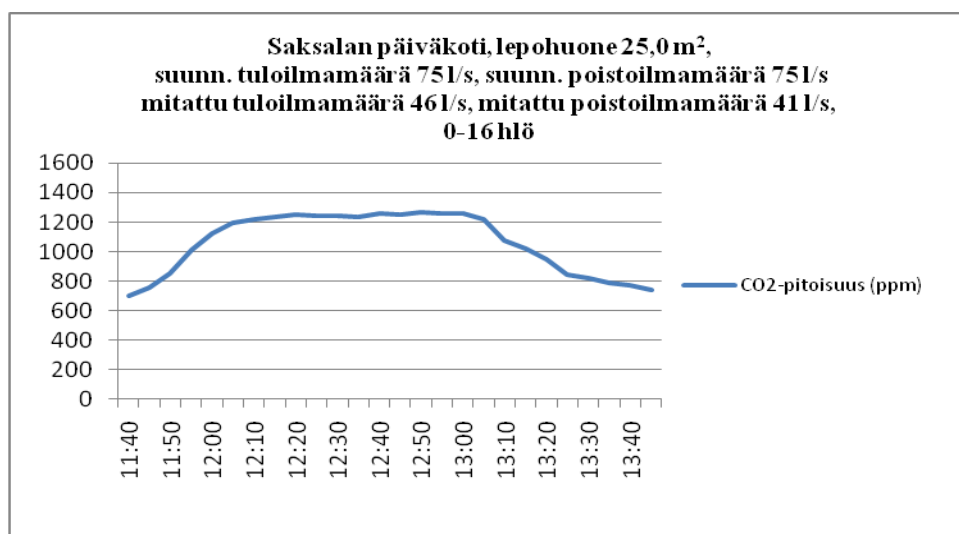
Kuvissa 16 (kevätmittaus), 17 (kesämittaus) ja 18 (talvimittaus) on esitetty lepo- huoneen hiilidioksidipitoisuus lepo- hetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 16. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 20]



KUVA 17. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 9]



KUVA 18. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus talvella 2011

Lepohetkien aikana hiilidioksidipitoisuudet nousivat yli D2:n ohjearvon kaikkien mittausten aikana. Kevätmittausten aikana hiilidioksidipitoisuus nousi jopa yli terveydensuojelulain asettaman vaatimuksen. Lepohuonetta voidaankin pitää liian pienenä noin suurille henkilömäärille (kevätmittausten aikana 22 henkilöä). Myös ilmavirrat ovat paljon suunniteltua pienemmät. Tuloilmavirta huoneeseen oli $1,8 \text{ (l/s)/m}^2$ ja huippukuormituksen aikana $2,1 \text{ l/s}$ henkilöä kohden. D2:n ohjearvoista jäädyään reilusti. Lepohetken aikana ovet muihin tiloihin olivat kiinni.

Koska leikki- ja lepohuone on kauimmainen huone IV – koneelta katsottuna, ei sen teho riitä tuomaan huoneeseen suunniteltuja ilmavirtoja, vaikka muiden tuloilmakanavienhaaroista ilmavirtoja on kuristettu.

TAULUKKO 7. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 15.4.2010 [15, s.21]

Saksalan päiväkoti		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepohuone
		8:50 – 9:40	12:05 – 13:05
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m} \text{ (}^\circ\text{C)}$	20,9	22,0
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m} \text{ (}^\circ\text{C)}$	22,3	23,1
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}(\%)$	23	27
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m} \text{ (}^\circ\text{C)}$	22,6	23,4
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m} \text{ (}^\circ\text{C)}$	22,7	23,4
ulkoilman lämpötila	$t_u \text{ (}^\circ\text{C)}$	4,0	8,1
tuloilman lämpötila	$t_t \text{ (}^\circ\text{C)}$	19,9	20,0
poistoilman lämpötila	$t_p \text{ (}^\circ\text{C)}$	22,0	22,8
ulkoilman suhteellinen kosteus	$RH_u \text{ (}\%)$	66	51
tuloilman suhteellinen kosteus	$RH_t \text{ (}\%)$	22	24
poistoilman suhteellinen kosteus	$RH_p \text{ (}\%)$	26	29
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min} \text{ (m/s)}$	0,05	0,05
lattian pintalämpötila	$t_l \text{ (}^\circ\text{C)}$	21	21

Lepo- ja leikkihuoneen ilman lämpötilojen sekä operatiivisen lämpötilan keskiarvot nousivat mittausjaksolla yli D2:n lämmityskauden suositusarvon.

TAULUKKO 8. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 23.8.2010 [16, s. 9]

Saksalan päiväkot		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepuhuone
		8:37 – 9:22	11:37 – 13:17
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	22,1	22,9
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	22,3	23,4
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	55	56
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	22,1	23,2
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	22,1	23,2
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	17	19,6
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	20,8	21,5
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	21,6	22,7
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	70	61
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	58	56
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	56	57
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,02	0,02
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	21	21

Kaikki arvot olivat D2:n kesäkauden suositusarvojen mukaiset.

TAULUKKO 9. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 25.1.2011

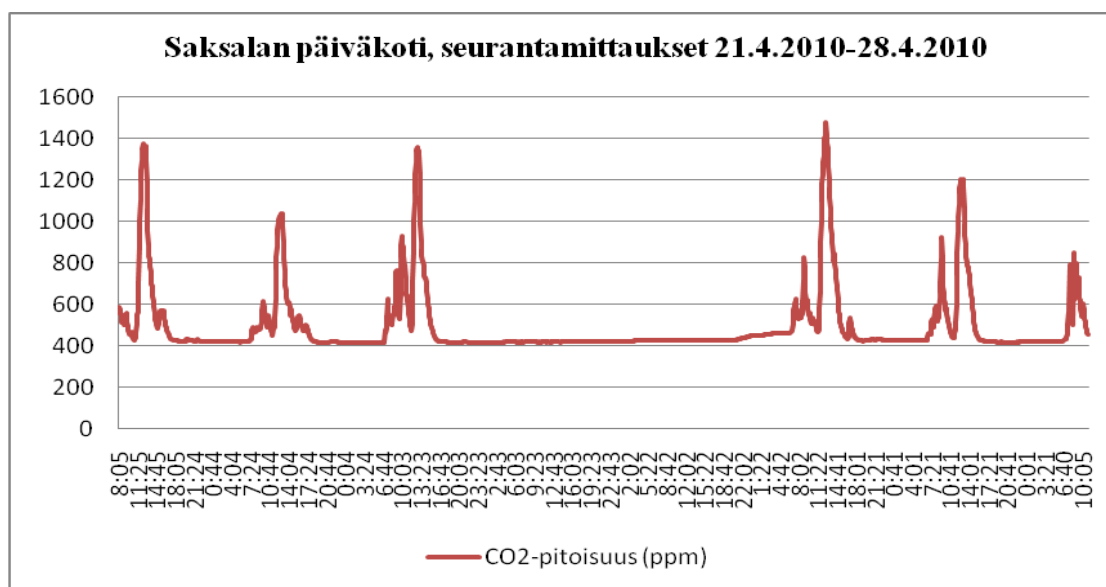
Saksalan päiväkot		Huone, Aika	
mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepuhuone
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	20,2	20,9
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	21,4	21,5
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	19	21
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	21,9	21,8
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	21,5	21,6
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	-5,0	-7,8
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	21,9	21,6
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	22,6	22,3
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	73	78
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	18	20

poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	17	21
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,04	0,04
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	20	20

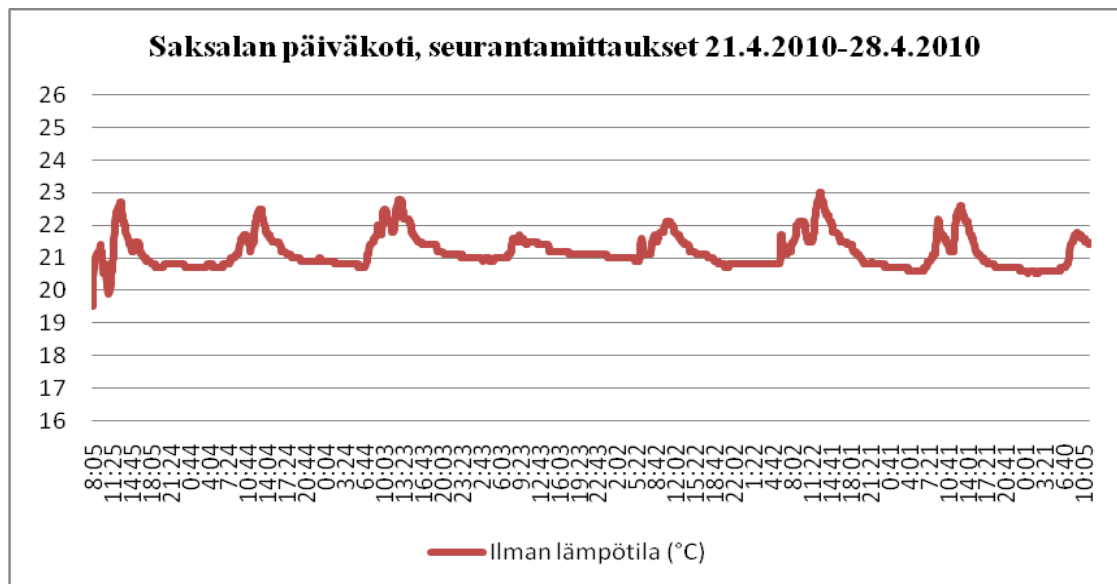
Kaikki arvot ovat D2:n lämmityskauden suositusten mukaisia.

6.2.2 Seurantamittaukset

Kuvissa 19 (kevätmittaus), 20 (kesämittaus) ja 21 (talvimittaus) on esitetty leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuus ja kuvissa 22 (kevätmittaus), 23 (kesämittaus) ja 24 ilman lämpötila (1,1 m) 6 päivän seurantamittauksen aikana.

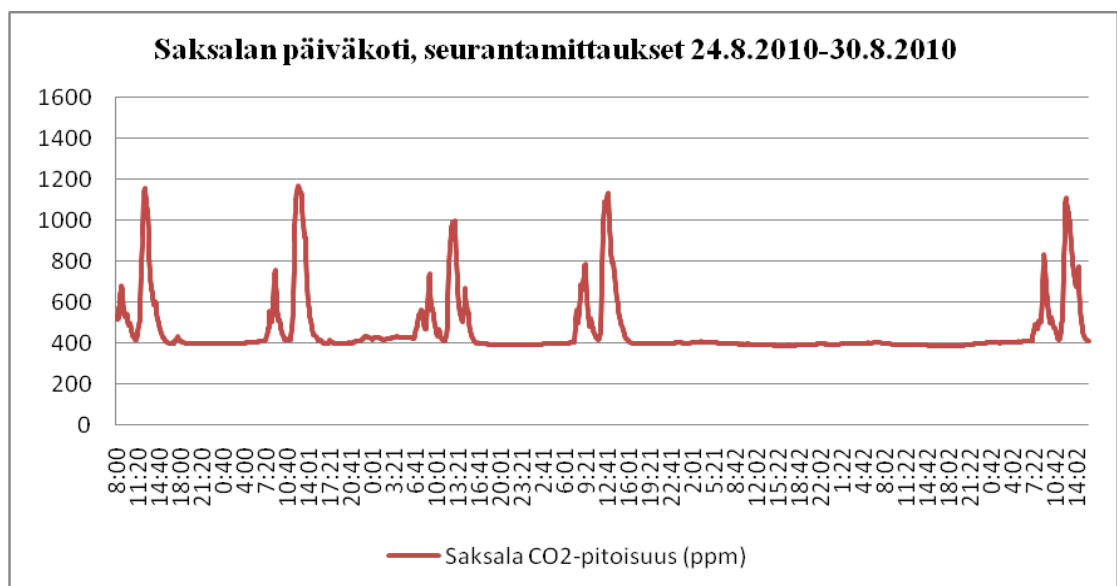


KUVA 19. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus seurantamittauksen aikana [15, s. 22]

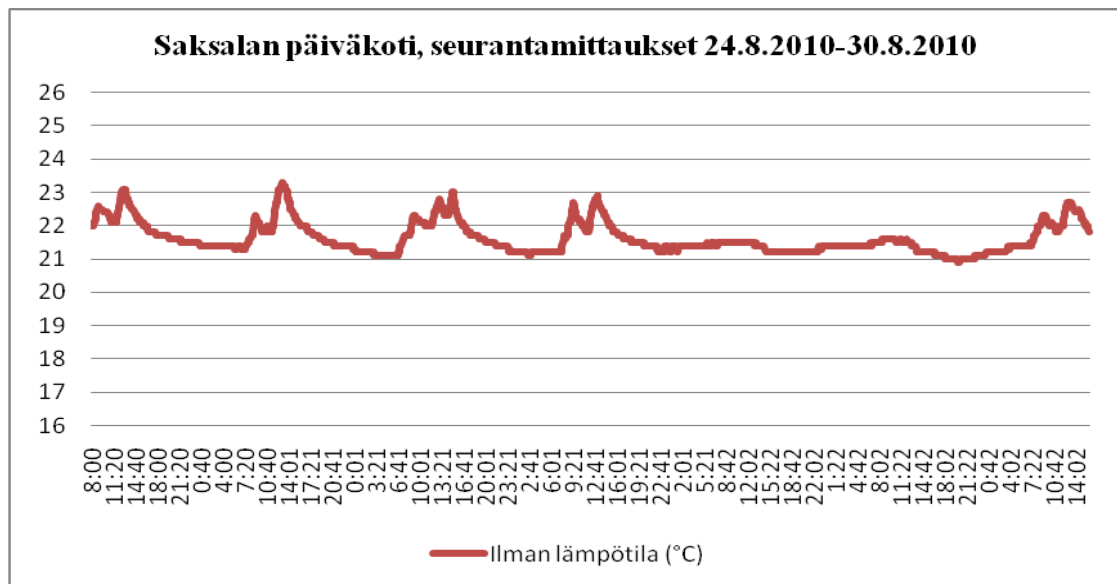


KUVA 20. Leikkihuoneen ilman lämpötila seurantamittauksen aikana [15, s. 23]

Keväällä suoritetun seurantamittauksen aikana lähes joka päivä päiväkodin ollessa auki nousi hiilidioksidipitoisuus reilusti yli D2:n enimmäisarvon. Myös lämpötilat kohosivat hiivenen liian korkeiksi.

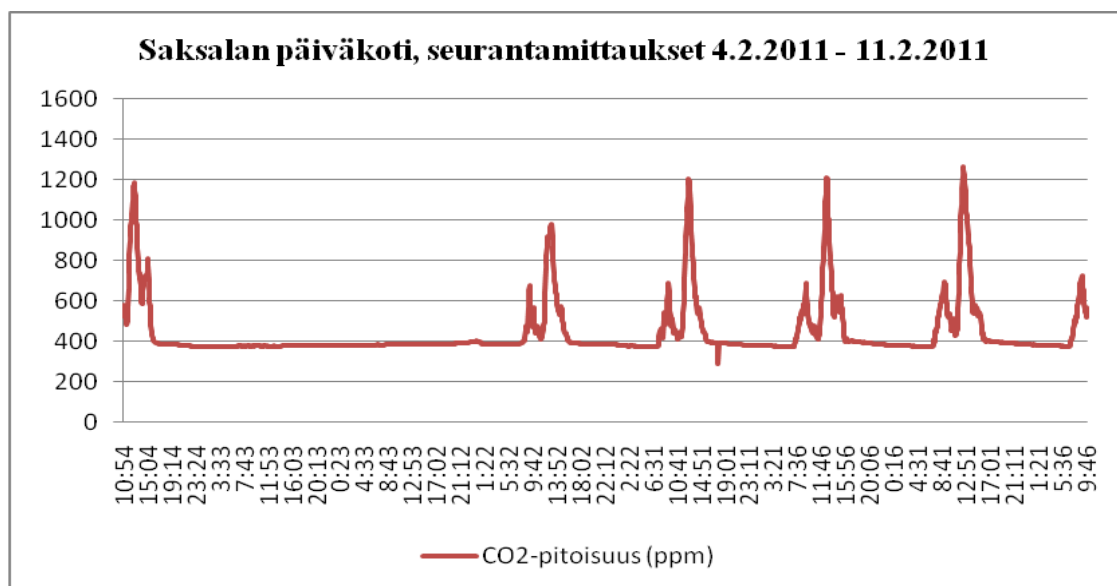


KUVA 21. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus seurantamittauksen aikana [16, s. 11]

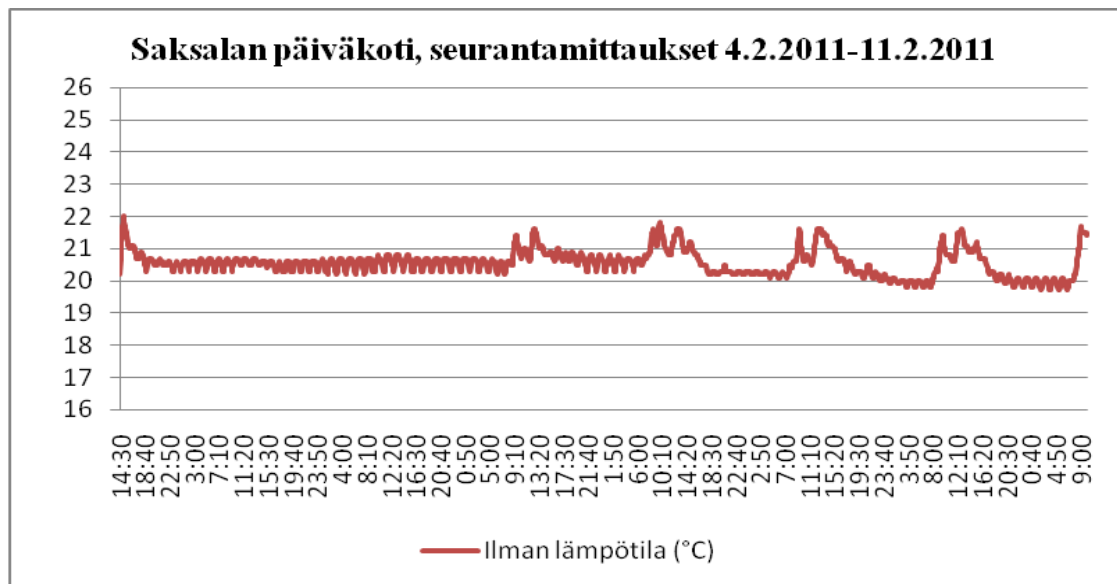


KUVA 22. Leikkihuoneen ilman lämpötila seurantamittauksen aikana [16, s. 11]

Kesällä tehdyn seurantamittauksen aikana hiilidioksidipitoisuus nousi lähelle D2:n enimmäismäärää, vaikka henkilökuormat päiväkodissa olivat normaalia pienemmät. Sisäilman lämpötilat olivat ajankohtaan nähden melko hyvät.



KUVA 23. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus seurantamittauksen aikana.



KUVA 24. Leikkihuoneen ilman lämpötila seurantamittauksen aikana.

Talvella hiilidioksidipitoisuus nousi muutamana päivä hivenen D2:n enimmäisarvon yläpuolelle. Seurantajaksolla oli ulkolämpötila melko alhainen. Tämän takia sisäilman lämpötila pysyi hyvällä tasolla.

6.3 Olosuhteiden pysyvyys

Saksalan päiväkodissa olosuhteiden pysyvyyttä tarkasteltiin samalla tavalla kuin Tuukkalan päiväkodissakin.

TAULUKKO 10. Ilman laadun (CO₂-pitoisuus) olosuhdepysyvyys verrattuna SL 2008 tavoitearvoihin

Sisäilmastoluokka	S1	S2	S3
Tavoitearvo CO ₂ -pitoisuudelle	<750 ppm	<900 ppm	<1200 ppm
Tavoitearvo olosuhdepysyvyydelle	95 %	90 %	-
Mitattu olosuhdepysyvyys	71 %	80 %	98 %

TAULUKKO 11. Ilman lämpötilan olosuhdepysyvyys verrattuna SL 2008 tavoitearvoihin

Sisäilmastoluokka	S1	S2	S3
Tavoitearvo operatiiviselle lämpötilalle	$21,0\text{ °C} \leq t_{op} \leq 22,0\text{ °C}$	$20,5\text{ °C} \leq t_{op} \leq 22,5\text{ °C}$	$20,0\text{ °C} \leq t_{op} \leq 22,0\text{ °C}$
Tavoitearvo olosuhdepysyvyydelle	95 %	90 %	-
Mitattu olosuhdepysyvyys	61 %	95 %	100 %

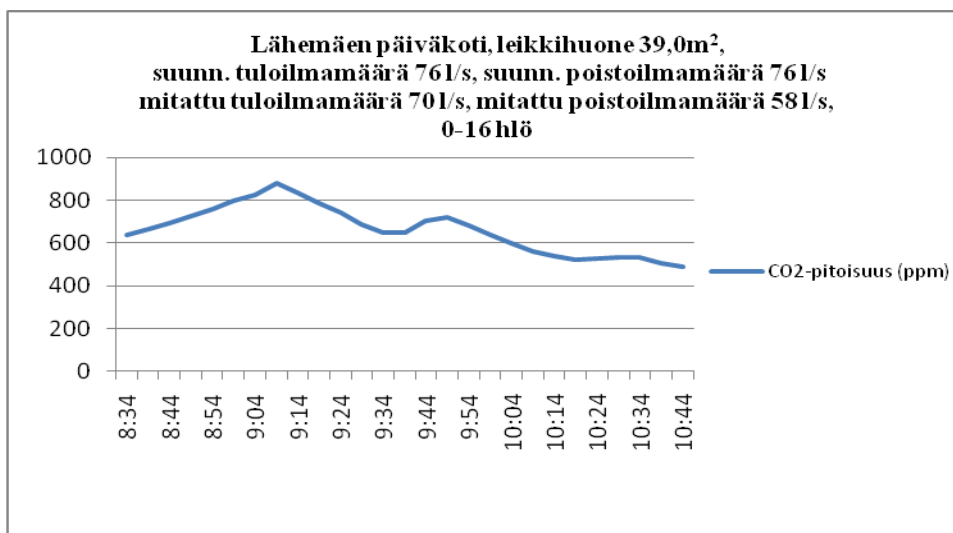
7 LÄHEMÄEN PÄIVÄKOTI

7.1 Taustatiedot

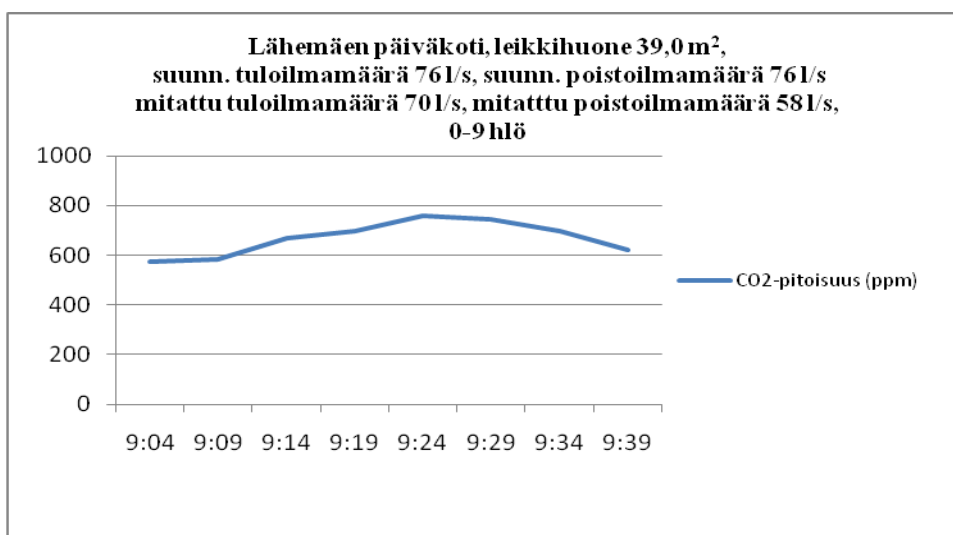
Lähemäen päiväkotia on rakennettu vuonna 1949 ja peruskorjattu vuonna 1985. Päiväkodissa on kaksi kerrosta ja sen huonepinta-ala on yhteensä 738 m² ja kokonaisrakennustilavuus 4794 m³. Päiväkodin alakerrassa on ilmanvaihtotapana koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Tuloilmakone käy täydellä teholla klo 7.00 – 18.00 ja puolella teholla klo 18.00 – 7.00. Yläkerrassa on painovoimainen ilmanvaihto. Lämmitysmuotona on kaukolämpö, ja lämmönjakotapana vesikiertoinen patterilämmitys. Päiväkodissa on neljä hoitoryhmää, joihin kuuluu 62 lasta. Henkilökuntaa päiväkodissa on 21 henkilöä.

7.2 Mittaustulokset

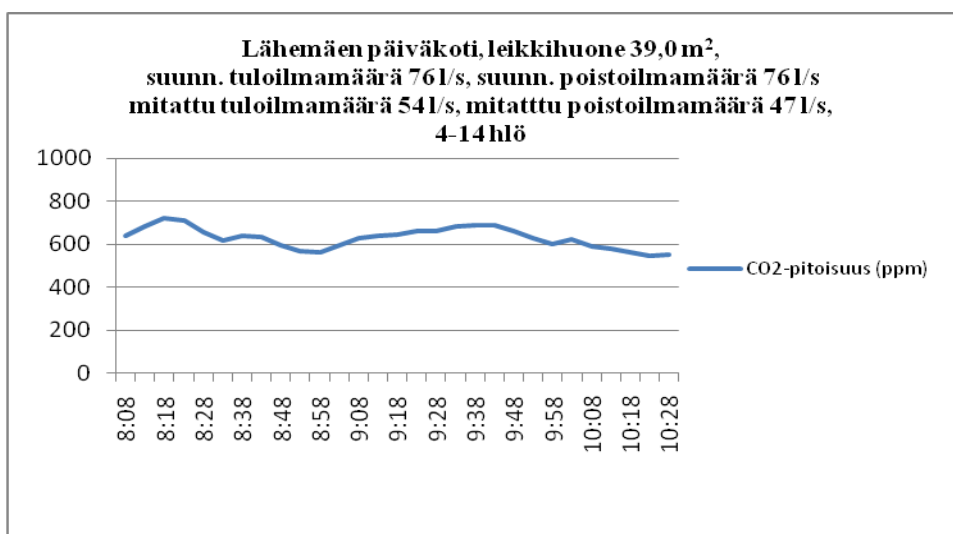
Kuvissa 25 (kevätmittaus), 26 (kesämittaus) ja 27 (talvimittaus) on esitetty leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuus leikkihetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



Kuva 25. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 26]



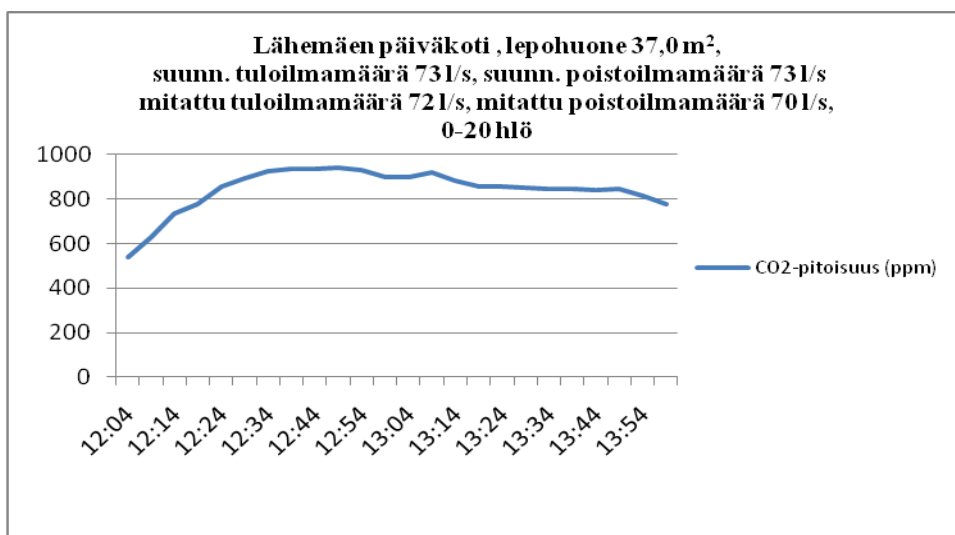
KUVA 26. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 12]



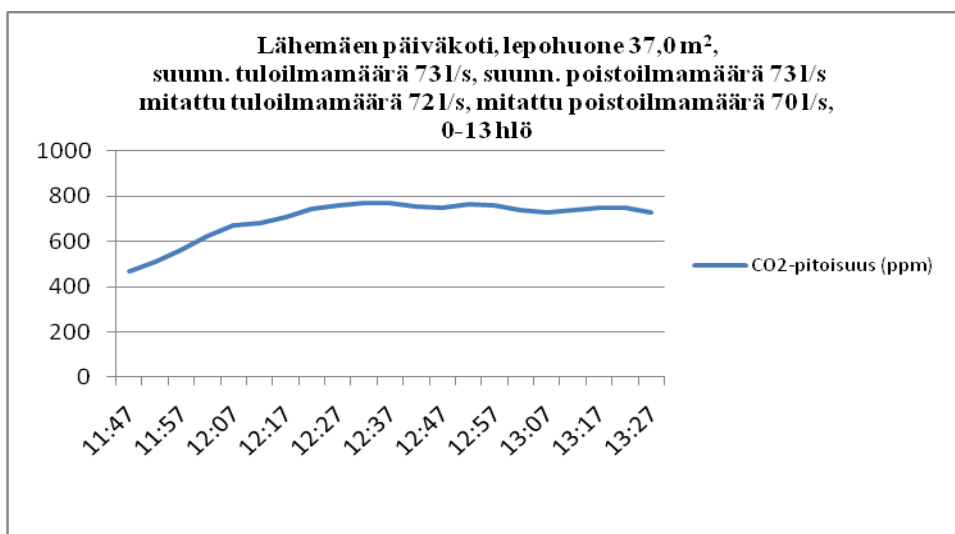
KUVA 27. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus talvella 2011

Lähemäen päiväkodissa leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuudet leikkihetken aikana jäivät kaikkien kolmen mittauksen aikana selvästi alle D2:n salliman enimmäisarvon. Päiväkodin leikkihuone on pinta-alaltaan melko suuri, ja siellä on mahdollisuus pitää ovia muihin huoneisiin auki ja tarvittaessa jakaa lapsia useampaan tilaan. Tuloilmavirta huoneeseen oli $1,4 \text{ (l/s)/m}^2$ ja $3,9 \text{ l/s}$ henkilöä kohden. Tuloilmavirta on 29 % ja poistoilmavirta 38 % pienempi kuin suunnitteluarvo.

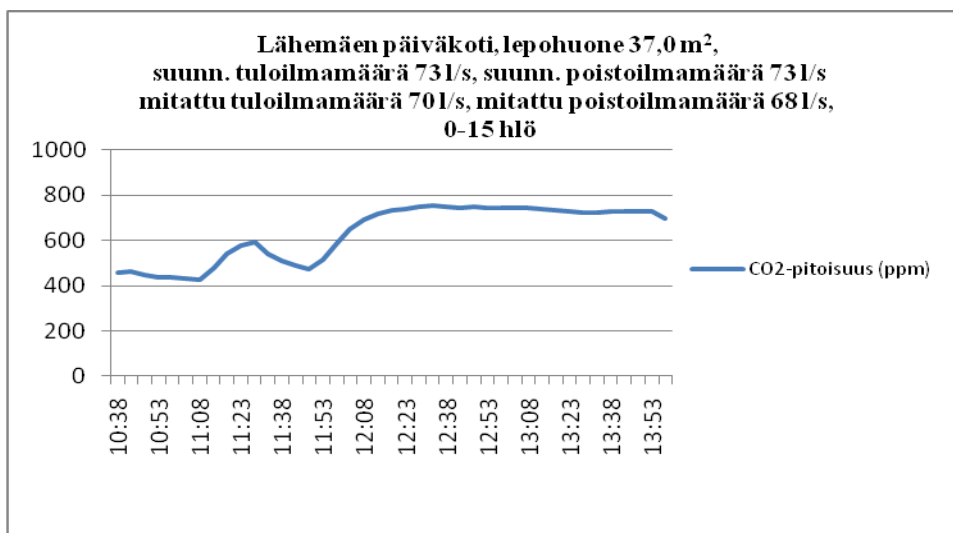
Kuvissa 28 (kevätmittaus), 29 (kesämittaus) 30 (talvimittaus) ja 31 (painovoimainen ilmanvaihto) on esitetty lepoahuoneen hiilidioksidipitoisuus lepohetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 28. Lepoahuoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 27]

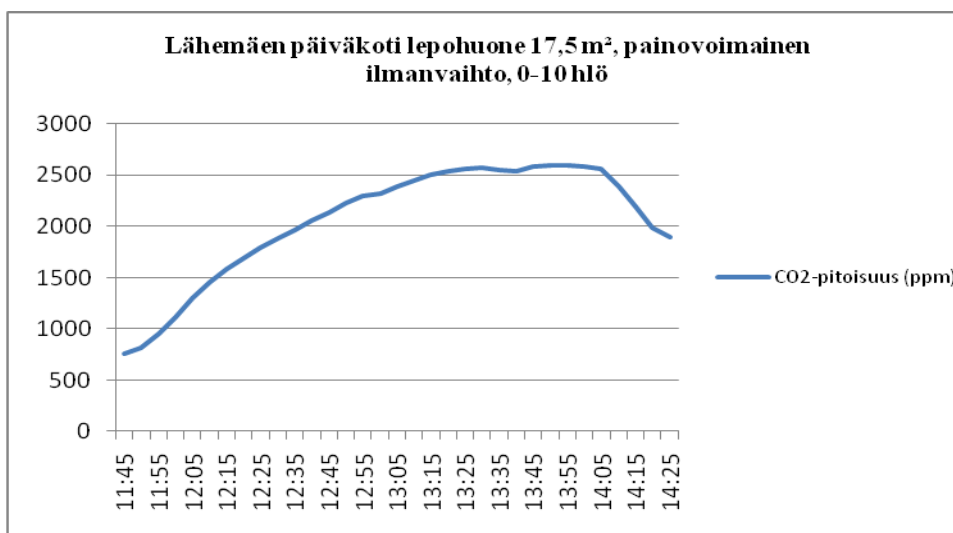


KUVA 29. Lepoahuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 14]



KUVA 30. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus talvella 2011

Myös lepo hetken aikana hiilidioksidipitoisuudet jäivät kaikkien mittausten aikana selvästi alle D2:n salliman enimmäisarvon. Lepohuonekin on pinta-alaltaan melko iso, ja näin ollen hiilidioksidipitoisuudet eivät mittausten aikaisilla kuormituksilla nouse kovin korkeiksi. Tuloilmavirta huoneeseen oli 1,9 (l/s)/m² ja 4,7 l/s henkilöä kohden. Tuloilmavirta ja poistoilmavirta ovat lähellä suunnitteluarvoja ja vaikka D2:n pinta-alaperusteinen eikä henkilöperusteinen ohjearvo täytykään, voidaan ilmavirtoja pitää riittävinä.



KUVA 31. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 29]

Lähemäen päiväkodissa sijaitsee yläkerrassa lepo huone, joka on varustettu painovoimaisella ilmanvaihdolla. Siellä hiilidioksidipitoisuudet nousivat reilusti yli terveyden- suojalain asettaman maksimi arvon. Huoneessa oli lisäksi mittaushetkellä vielä nor-

maalia pienempi henkilökuorma. Tämä osoittaa hyvin, että koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on ainut oikea ratkaisu päiväkodeissa.

TAULUKKO 12. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 8.4.2010 [15, s. 28]

Lähemäen päiväkotia		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepuhuone
		8:32 – 9:47	12:07 – 13:52
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	21,8	22,3
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	21,9	22,5
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	26	29
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	21,9	22
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	22,8	22,4
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	3,8	11,7
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	18,7	18,7
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	21,4	21,8
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	74	54
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	30	33
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	27	30
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,06	0,12
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	21	21

Lepuhuoneen ilman lämpötilan ja operatiivisen lämpötilan keskiarvot nousivat yli D2:n lämmityskauden suositusarvon.

TAULUKKO 13. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 18.8.2010 [16, s. 15]

Lähemäen päiväkotia		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepuhuone
		9:04 -9:44	11:49 – 13:29
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	24,9	25,4
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	25,3	25,9
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	41	33,5
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	25,3	26
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	25,6	25,8

ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	18,6	20,5
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	20,5	22,7
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	24,4	26,7
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	46	26
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	48	33
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	43	33
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,22	0,06
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	23	23

Leikki – ja lepohuoneen ilmanlämpötilan sekä operatiivisen lämpötilan keskiarvot nousivat reilusti yli kesäkauden suositusarvon.

TAULUKKO 14. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 2.2.2011

Lähemäen päiväkoti		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepohuone
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	22,2	22,8
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	22,8	23,2
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	22	25
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	22,6	23,1
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	23,1	23,2
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	-0,9	1,1
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	22,1	21,5
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	22,6	22,8
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	90	90
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	23	24
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	23	24
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,04	0,03
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	20	21

Leikki – ja lepohuoneen ilman lämpötilojen sekä operatiivisten lämpötilojen keskiarvot nousivat yli D2:n lämmityskauden suositusarvon.

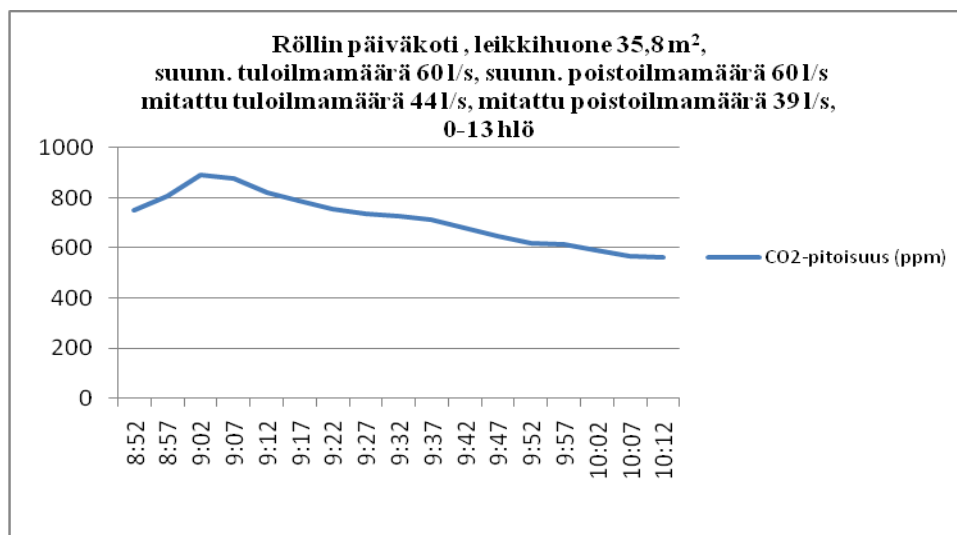
8 RÖLLIN PÄIVÄKOTI

8.1 Taustatiedot

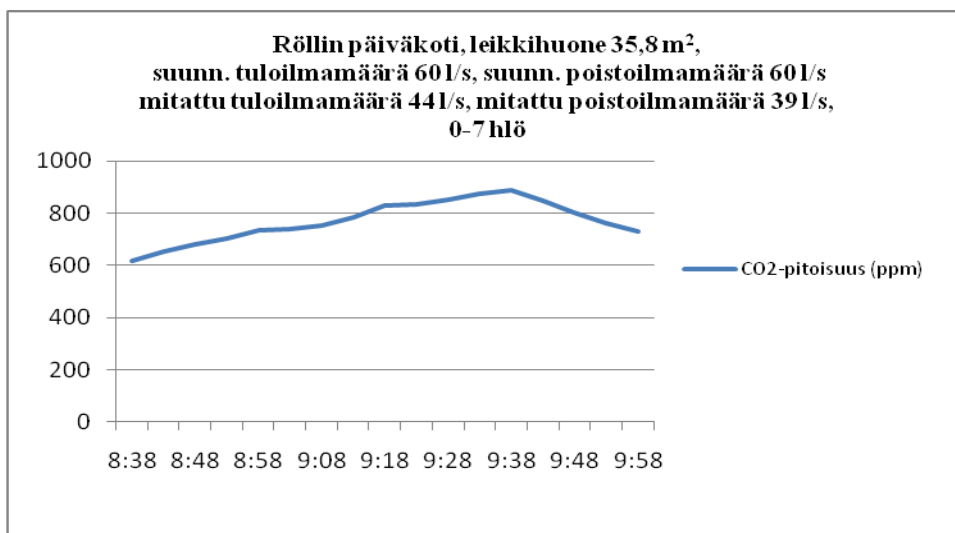
Röllin päiväkotia on rakennettu vuonna 1990 ja sitä on laajennettu vuonna 2009. Huonepinta-alaa on 1080 m² ja rakennustilavuutta 3240 m³. Ilmanvaihtotapana on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Tuloilmakone 1 pyörii täydellä teholla klo 7:00 – 18:00 ja puolella teholla klo 6:00 – 7:00 ja klo 18:00 – 19:00. Muina aikoina tuloilmakone 1 on pois päältä. Tuloilmakone 2 pyörii täydellä teholla klo 7:00 – 20:00 ja puolella teholla klo 6:00 – 7:00 ja klo 20:00 – 6:00. Lämmitysmuotona on kaukolämpö, ja lämmönjakotapana on vesikiertoinen patterilämmitys. Päiväkodissa on kuusi hoitoryhmää, joihin kuuluu 110 lasta. Henkilökuntaa päiväkodissa on yhteensä 24 henkilöä.

8.2 Mittaustulokset

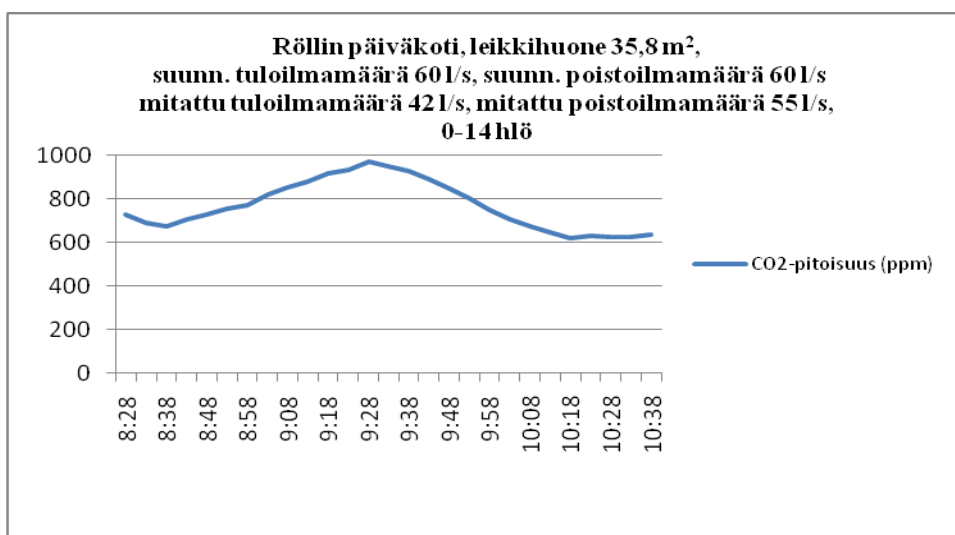
Kuvissa 32 (kevätmittaus), 33 (kesämittaus) ja 34 (talvimittaus) on esitetty leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuus leikkihetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 32. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 31]



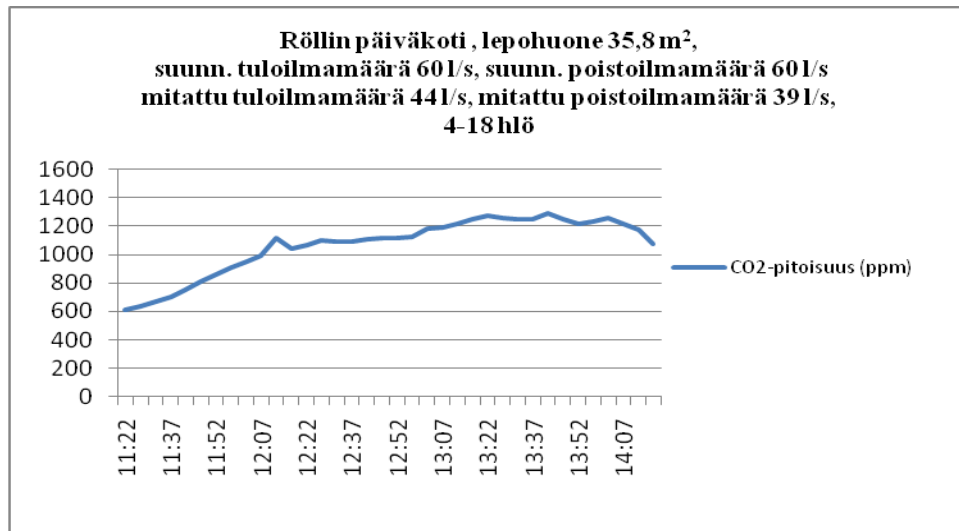
KUVA 33. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 16]



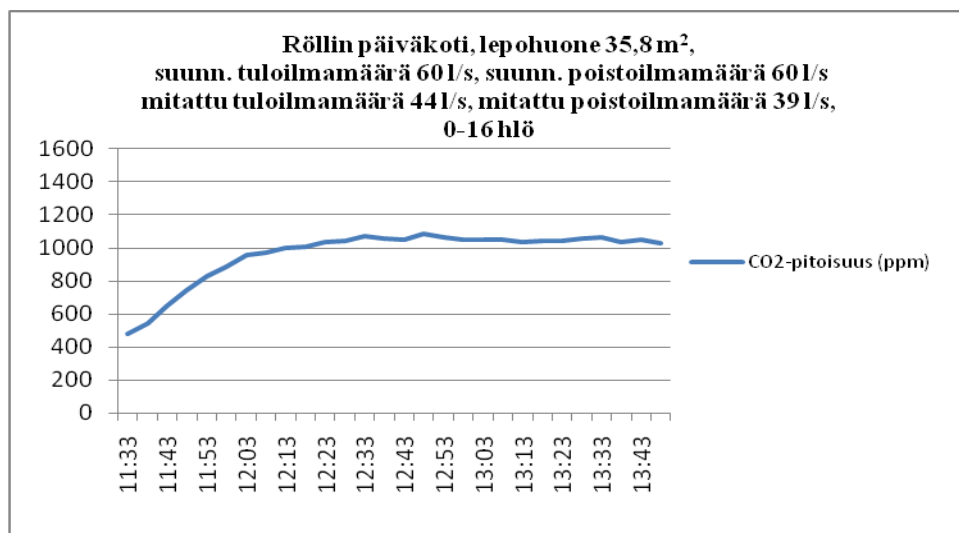
KUVA 34. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus talvella 2011

Leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuudet jäivät kaikkien mittausten aikana alle D2:n enimmäisohjearvon. Huoneen ovet muihin tiloihin olivat auki ja kuormitus vaihteli, joten hiilidioksidipitoisuudet eivät nousseet korkeiksi. Tuloilmavirta on talvimittausten mukaan 1,2 (l/s)/m² ja 3 l/s henkilöä kohden (14hlöä). D2:n pinta-alaperusteinen ja henkilöperusteinen ohjearvo eivät täyty. Tuloilmavirta on 30 % ja poistoilmavirta 8 % pienempi kuin suunnitteluarvot.

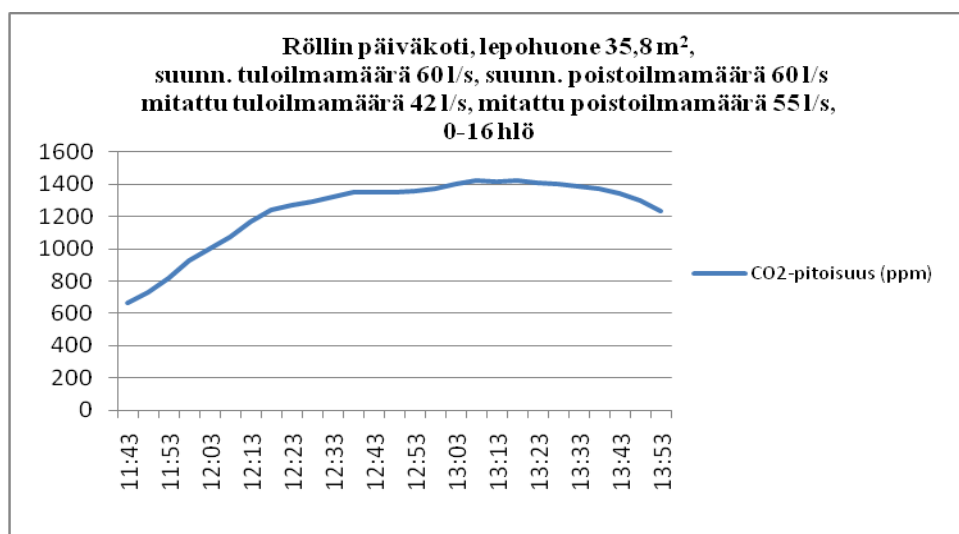
Kuvissa 35 (kevätmittaus), 36 (kesämittaus) ja 37 (talvimittaus) on esitetty lepo-
huoneen hiilidioksidipitoisuus lepohetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 35. Lepo huoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 32]



KUVA 36. Lepo huoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 17]



KUVA 37. Lepo huoneen CO₂- pitoisuus talvella 2011

Kevät- ja talvimittausten aikana Röllin päiväkodin lepohuoneen hiilidioksidipitoisuus lepo hetken aikana nousi yli D2:n enimmäisohjearvon. Kesämittausten aikana päästiin alle enimmäisarvon. Tällöin on mahdollisesti ikkunatuuletuksella saatu lisättyä ilmanvaihtuvuutta. Huoneen tuloilmavirta on talvimittausten mukaan $1,2 \text{ (l/s)/m}^2$ ja $2,6 \text{ l/s}$ henkilöä kohden (16hlöä). D2:n pinta-alaperusteinen ja henkilöperusteinen ohjearvo eivät täyty.

TAULUKKO 15. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 19.4.2010 [15, s. 33]

Röllin päiväkoti		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepohuone
		8:53 – 9:53	12:19 - 13:48
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m} (^{\circ}\text{C})$	20,7	20,4
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m} (^{\circ}\text{C})$	21,4	21,1
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}(\%)$	22	26
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m} (^{\circ}\text{C})$	21,3	21,1
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m} (^{\circ}\text{C})$	21,3	21,1
ulkoilman lämpötila	$t_u (^{\circ}\text{C})$	3,4	8,1
tuloilman lämpötila	$t_t (^{\circ}\text{C})$	20,4	20,1
poistoilman lämpötila	$t_p (^{\circ}\text{C})$	21,1	21,2
ulkoilman suhteellinen kosteus	$RH_u (\%)$	52	38
tuloilman suhteellinen kosteus	$RH_t (\%)$	20	19
poistoilman suhteellinen kosteus	$RH_p (\%)$	22	25
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min} \text{ (m/s)}$	0,07	0,07
lattian pintalämpötila	$t_l (^{\circ}\text{C})$	20	20

Kaikki arvot ovat D2:n lämmityskauden suositusten mukaiset.

TAULUKKO 16. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 19.8.2010 [16, s. 17]

Röllin päiväkot		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepuhuone
		8:37 – 9:57	11:32 – 13:47
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	22	22
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	22	21,9
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	40	36
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	22,5	22,6
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	22,6	22,3
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	13,5	19,9
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	21	20,6
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	22,5	22,5
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	57	31
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	38	28
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	38	34
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,04	0,04
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	21	21

Kaikki arvot ovat D2:n kesäkauden suositusten mukaiset.

TAULUKKO 17. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 3.2.2011

Röllin päiväkot		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepuhuone
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	22,0	21,6
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	22,6	22,3
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	27	30
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	22,9	22,7
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	22,0	21,8
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	-1,2	-0,9
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	20,9	20,8
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	22,5	22,5
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	91	95
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	25	25

poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	26	28
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,05	0,05
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	23	23

Myös talvimittausten kaikki arvot olivat D2:n lämmityskauden suositusarvojen mukaiset.

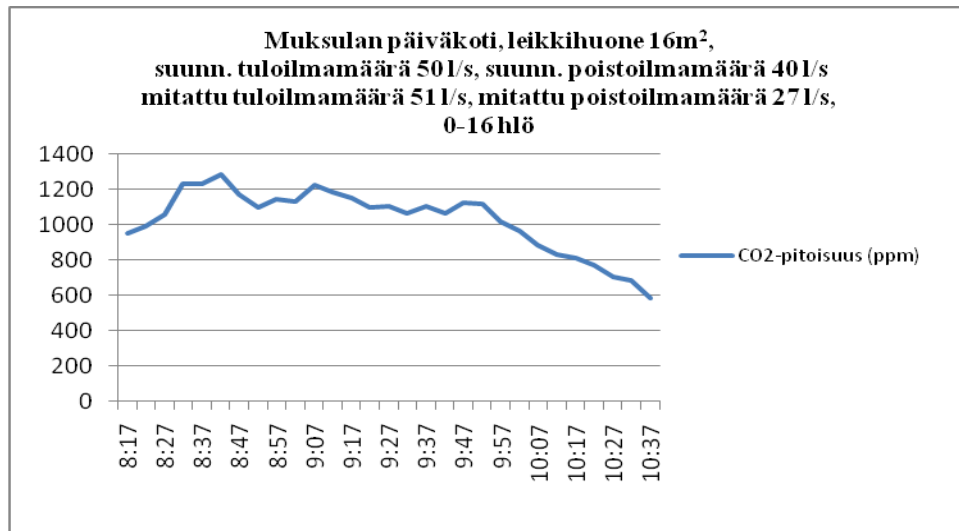
9 MUKSULAN PÄIVÄKOTI

9.1 Taustatiedot

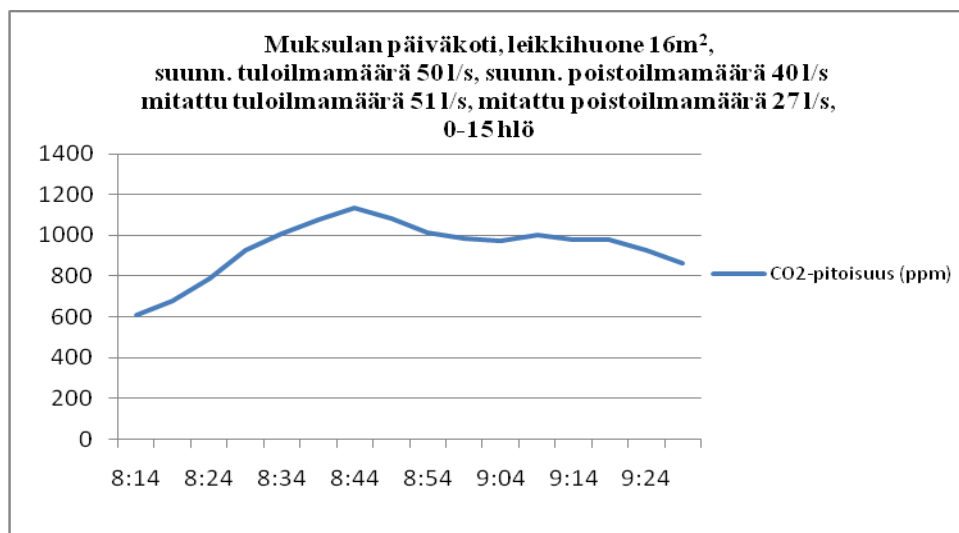
Muksulan päiväkotia on rakennettu vuonna 1947 ja otettu päiväkotikäyttöön vuonna 1993. Sitä on peruskorjattu ja laajennettu vuonna 2009. Päiväkodin huonepinta-ala on 293 m² ja rakennustilavuus 1142 m³. Ilmanvaihtotapana on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Tuloilmakone 1 toimii täydellä teholla klo 6:00 – 18:00 ja puolella teholla klo 18:00 – 6:00. Klo 20:00 – 06:00 tuloilmakone 1 on pois päältä. Tuloilmakone 2 käy puolella teholla 6:00 – 22:00. Muina aikoina tuloilmakone 2 on pois päältä. Lämmitysmuotona on kaukolämpö ja lämmönjakotapana on vesikiertoinen patterilämmitys. Päiväkodissa on kaksi hoitoryhmää, joihin kuuluu 38 lasta. Henkilökuntaa päiväkodissa on yhteensä 13 henkilöä.

9.2 Mittaustulokset

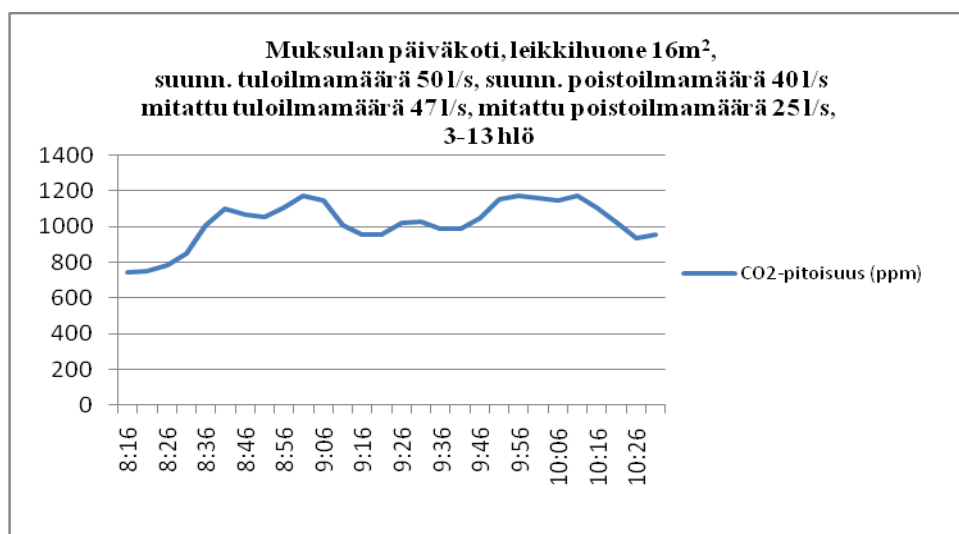
Kuvissa 38 (kevätmittaus), 39 (kesämittaus) ja 40 (talvimittaus) on esitetty leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuus leikkihetken aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 38. Leikkihuoneen CO₂ - pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 36]



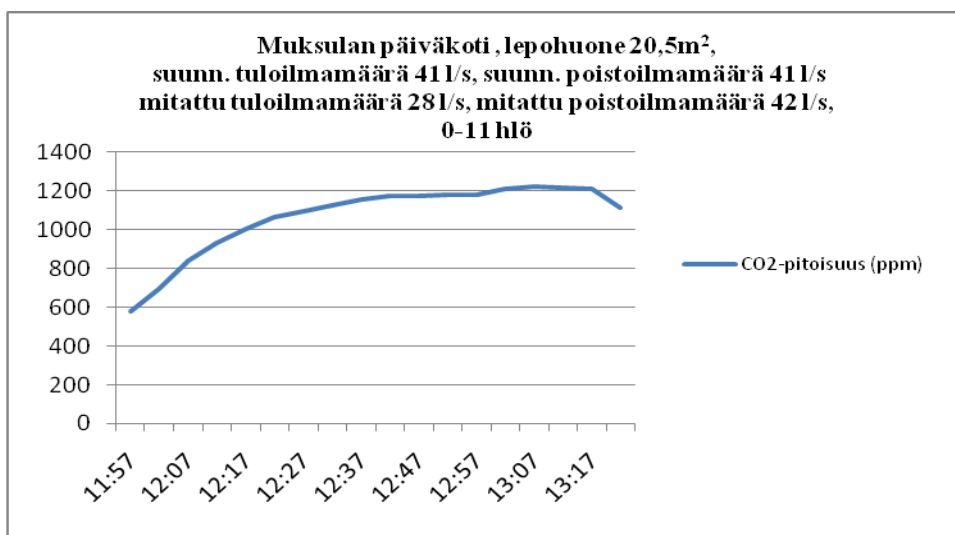
KUVA 39. Leikkihuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 19]



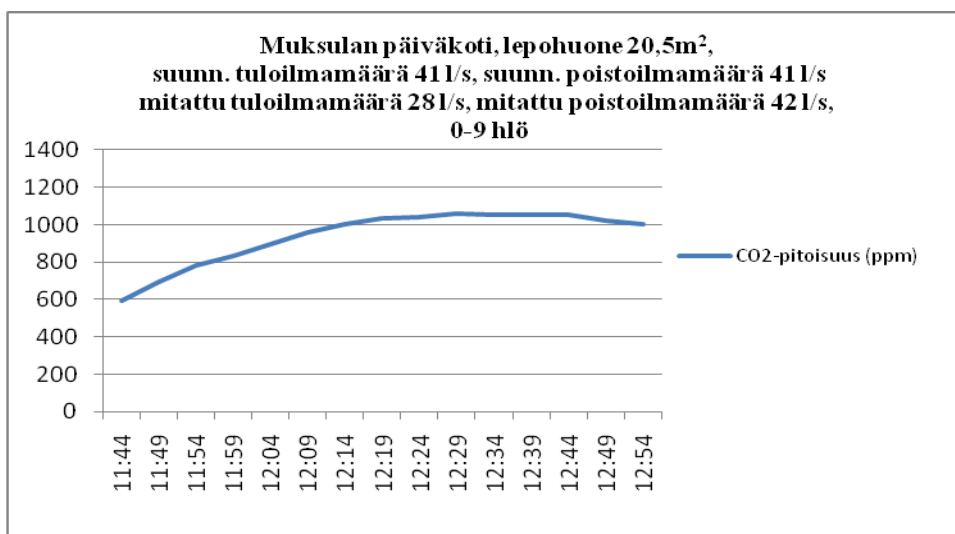
KUVA 40. Leikkihuoneen CO₂ – pitoisuus talvella 2011

Leikkihuoneen hiilidioksidipitoisuus oli kaikkien mittausten aikana lähellä D2:n antamaa enimmäisohjearvoa ja kevätmittauksen aikana nousikin sen yli lyhytaikaisesti. Talvimittausten mukaan leikkihuoneen tuloilmavirta on $2,9 \text{ (l/s)/m}^2$ ja $3,6 \text{ l/s}$ henkilöä kohden (13hlöä). D2:n pinta-alaperusteinen ohjearvo täyttyy, muttei henkilöperusteinen. Tuloilmavirta on lähellä suunnitteluarvoa, mutta poistoilmavirta jää 37 % suunnitteluarvosta.

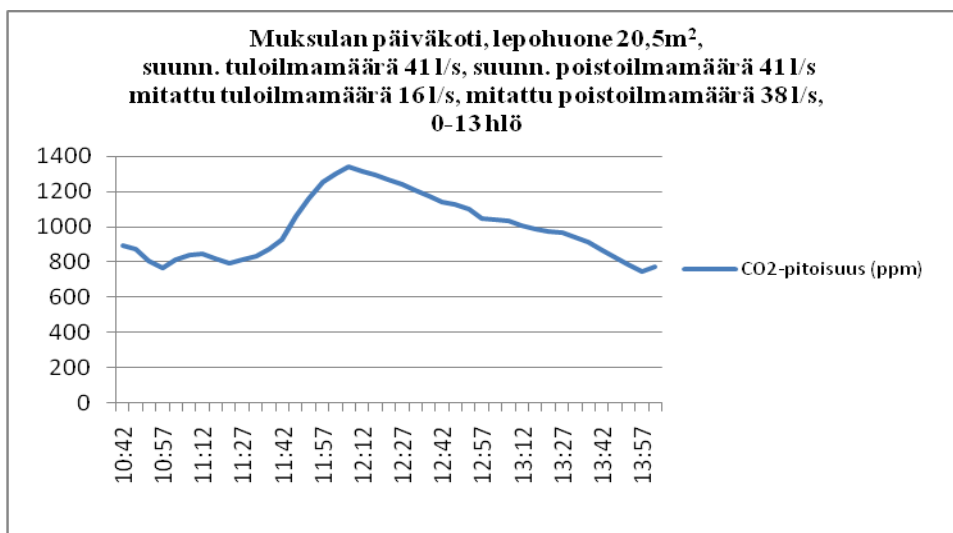
Kuvissa 41 (kevätmittaus), 42 (kesämittaus) ja 43 (talvimittaus) on esitetty lepoalueen hiilidioksidipitoisuus lepoajan aikana, huoneen pinta-ala, suunnitellut ja mitatut ilmavirrat sekä henkilökuorma.



KUVA 41. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus keväällä 2010 [15, s. 37]



KUVA 42. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus kesällä 2010 [16, s. 20]



KUVA 43. Lepohuoneen CO₂- pitoisuus talvella 2011

Lepohuoneessa hiilidioksidipitoisuus nousi yli D2:n enimmäisohjearvon, jos kuormitusta oli yhtään enemmän. Kesämittausten aikana vähäisellä kuormituksella päästiin alle suositusarvon. Talvimittausten yhteydessä tehdyssä ilmapintojen mittauksessa havaittiin tuloilmavirran olevan jonkun verran pienempi kuin aikaisempien mittausten aikana. Tästä syystä käytin kesällä 2010 mitattuja ilmapintoja. Tällöin tuloilmavirta leikkihuoneeseen on 1,4 (l/s)/m² ja 2,2 l/s henkilöä kohden (13hlöä). Tuloilmavirta ei täytä D2:n pinta-alaperusteisesta eikä henkilöperusteista ohjearvoa. Mitattu tuloilmavirta on 32 % pienempi kuin suunniteltu tuloilmavirta. Poistoilmavirta on suunnitellun mukainen.

TAULUKKO 18. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 20.4.2010 [15, s. 38]

Muksulan päiväkot		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone 8:20 – 9:20	Lepohuone 12:10 – 13:15
huoneen ilmanlämpötila	t _{i 0,1m} (°C)	23,0	22,0
huoneen ilmanlämpötila	t _{i 1,1m} (°C)	23,7	22,5
suhteellinen kosteus	RH _{1,1m} (%)	26	21
huoneen ilmanlämpötila	t _{i 1,7m} (°C)	23,6	22,3
operatiivinen lämpötila	t _{o 1,1m} (°C)	23,9	22,6
ulkoilman lämpötila	t _u (°C)	7,0	7,0
tuloilman lämpötila	t _t (°C)	29,9	19,5
poistoilman lämpötila	t _p (°C)	24,6	22,7

ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	47	26
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	11	11
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	26	20
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,02	0,02
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	23	20

Päiväkodin leikkihuoneen tuloilman lämpötilan korkea keskiarvo johtui täysin auki olevasta ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin säätöventtiilistä. Tämä nosti myös huoneen ilmanlämpötiloja ja operatiivista lämpötilaa reilusti yli lämmityskauden suositusarvon.

TAULUKKO 19. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 20.8.2010 [16, s. 21]

Muksulan päiväkot		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepohuone
		8:13 – 9.28	11:43 – 12.53
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	21,9	23,6
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	22,1	24
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	47	43
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	22,3	24,3
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	22,1	24
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	13,4	17,3
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	17,9	20,4
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	21,8	23,7
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	75	55
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	56	45
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	48	43
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,02	0,02
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	21	20

Kevätmittausten aikana lepuhuoneen ilman lämpötilan ja operatiivisen lämpötilan keskiarvot nousivat lähelle D2:n enimmäisarvoja.

TAULUKKO 20. Lämpöolosuhdesuureiden keskiarvot mittausjaksolla. Mittauspäivä 26.11.2011.

Muksulan päiväkoti		Huone, Aika	
Mitattu suure	Lyhenne	Leikkihuone	Lepohuone
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 0,1m}$ (°C)	20,6	21,4
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,1m}$ (°C)	22,1	22,1
suhteellinen kosteus	$RH_{1,1m}$ (%)	16	15
huoneen ilmanlämpötila	$t_{i\ 1,7m}$ (°C)	22,5	22,2
operatiivinen lämpötila	$t_{o\ 1,1m}$ (°C)	21,9	22,1
ulkoilman lämpötila	t_u (°C)	-17,0	-14,4
tuloilman lämpötila	t_t (°C)	19,1	21
poistoilman lämpötila	t_p (°C)	22,2	22,0
ulkoilman suhteellinen kosteus	RH_u (%)	79	81
tuloilman suhteellinen kosteus	RH_t (%)	6	14
poistoilman suhteellinen kosteus	RH_p (%)	15	16
ilman liikenopeus	$V_{a\ 3\ min}$ (m/s)	0,05	0,04
lattian pintalämpötila	t_l (°C)	20	19

Leikki- ja lepohuoneiden ilman lämpötilojen keskiarvot nousivat yli D2:n lämmityskauden suunnitteluarvon.

10 MELU JA VALAISTUS

Tässä tutkimuksessa melun mittauksien osalta keskityttiin ilmanvaihtolaitteiden ja lämmitysjärjestelmien aiheuttamaan meluun. Teknisten laitteiden aiheuttama keskiäänitaso ei Asumisterveysohjeen mukaan saa oleskelu- ja työskentelytiloissa ylittää 35 dB (A). [5, s.63.] D2 antaa määräykseksi päiväkotien lepohuoneille 33 dB (A):ä [9, s.32].

Oikeanlainen valaistus on tärkeää lasten hyvinvoinnin ja tarkkuutta vaativien toimintojen kannalta. Valonlähde ei saa häikäistä. Valotehon määrä riippuu tilassa tapahtuvassa toiminnasta. Suositeltava valoteho lasten pöytätasolla on 200 – 300 luxia. [5, s. 64.]

TAULUKKO 21. Päiväkotien meluisuus ja valaistusvoimakkuus

Päiväkoti	Melu, dB (A)	Valoteho, lux
Tuukkala	28	880
Saksala	27	554
Lähemäki	27	878
Rölli	25	355
Muksula	39	650

Muksulan lepohuoneessa poistoilmaventtiileistä aiheutui varsin kova ääni, ja se ylitti D2:n päiväkodin lepotilojen enimmäisarvon sekä myös Asumisterveysohjeen enimmäisarvon. Tilojen saneerauksen yhteydessä vanhat kanavat on jätetty paikoilleen ja poistoilmamäärää on lisätty. Entistä suurempi ilmavirta aiheuttaa suhinaa kanavassa. Muissa päiväkodeissa eivät enimmäisarvot ylittyneet.

Kaikissa päiväkodeissa valoteho on enemmän kuin mitä suositeltava teho. Tämä johtuu osittain mittausmenetelmistä. Mittaukset suoritettiin työskentelytasojen yläpuolelta eikä tilojen keskiarvomittauksena. Mittauskorkeus olisi voinut olla myös hivenen matalampi. Päivänvalon osuutta ei ole myöskään vähennetty, koska mittaukset suoritettiin kaikissa kohteissa suurin piirtein samaan aikaan päivästä. Kuitenkin itse arvioisin, että kaikissa näissä päiväkodeissa on riittävä valoteho.

11 LÄMMITYSENERGIAN JA SÄHKÖN KULUTUS

Lämmitys- ja sähköenergian hintojen noustessa on selvää, että kulutusta halutaan pienentää ja samalla ehkäistä ilmastonmuutosta. Ensimmäinen askel lämmitysenergian ja sähköön säästämässä on, että kulutusta mitataan ja seurataan. Kulutustietojen avulla voidaan kiinteistöjen kulutusta vertailla eri vuosina sekä muihin kiinteistöihin.

11.1 Lämmitysenergia kulutus

Tiedot päiväkotien lämmitysenergian kulutuksesta on saatu Mikkelin kaupungilta. Vuoden 2005 vertailuarvo on saatu e3Portaalista, joka kerää tietoa kuntien kiinteistöjen energianhallinnasta. Palvelu on VTT:n ylläpitämä. e3Portaalin kulutustiedot perus-

tuvat portaaliin liittyneiden kuntien kohteiden kulutustietoihin. [17.] Vuosien 2000 - 2007 vertailuarvon on saatu Motivan energiakatselmoijan sivuilta [18].

Mikkelin päiväkodeissa ei erikseen ole mitattu lämpimän käyttöveden energiankulutusta. Se voidaan kuitenkin laskea seuraavalla kaavalla

$$Q_{lkv} = 58 * V_{lkv} \quad (1)$$

Q_{lkv}	on lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh / vuosi
V_{lkv}	on kulutettu lämpimän käyttöveden määrä, m ³ / vuosi
58	on veden lämmittämiseen (lämpötilan muutos 50 °C) tarvittava energiamäärä vesikuutiota kohden, kWh / m ³ .

Yhtälössä kulutetun lämpimän käyttöveden määränä voidaan käyttää päiväkotien osalta arvoa 460 dm³ / brm² / vuosi. [19.]

Rakennuksen normitettu energiankulutus valtakunnalliseen vertailupaikkakuntaa Jyväskylään saadaan laskettua kaavalla 2

$$Q_{norm} = k_2 * \frac{S_{N\text{vpkunta}}}{S_{Tot\text{vpkunta}}} * Q_{tot} + Q_{lkv} \quad (2)$$

k_2	on paikkakuntaakohtainen korjauskerroin Jyväskylään
Q_{norm}	on rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus, kWh / m ³
Q_{tot}	on rakennuksen tilojen lämmittämiseen menevä energia $Q_{kok} - Q_{lkv}$, MWh / m ³
Q_{kok}	on rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutus, kWh / m ³
Q_{lkv}	on lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh / vuosi
$S_{N\text{vpkunta}}$	on normaalivuoden (1971...2000) lämmitystarveluku paikkakunnalla
$S_{Tot\text{vpkunta}}$	on toteutunut lämmitystarveluku vuositason vertailupaikkakunnalla.

Yhtälössä Mikkelin paikkakuntaakohtainen korjauskerroin Jyväskylään on 1,03. Normaalivuoden (1971...2000) lämmitystarveluku Mikkelissä on 4612. [19.]

Taulukoihin 22 ja 23 on koottu päiväkotien valmistumisvuodet ja rakennustilavuudet, vuosien 2005 - 2008 Jyväskylään normeeratut kokonaislämmitysenergiankulutukset sekä keskiarvot näistä vuosista. Valmistumisvuoden perässä suluissa on vuosi, jolloin päiväkotia on saneerattu. Vuoden 2005 vertailuarvo on 53 kWh/m³ (e3portaali) ja vuosien 2000 - 2007 vertailuarvo on 56 kWh/m³ (Motiva).

TAULUKKO 22. Päiväkotien lämmitysenergian kulutus, kWh/m³

Päiväkoti	Valmistumis- vuosi	V _{rak} (m ³)	2005	2006	2007	2008	ka
Tuukkala	1989 (2009)	2310	76	69	67	72	71
Saksala	1820 (2005)	3070	48	57	57	61	56
Lähemäki	1949 (1985)	4794	70	74	77	80	75
Rölli	1990 (2009)	3240	84	81	50	52	67
Muksula	1947 (2009)	1142	161	168	173	181	171

TAULUKKO 23. Päiväkotien lämmitysenergian kulutus, kWh/m²

Päiväkoti	Valmistumis- vuosi	A _{rak} (m ²)	2005	2006	2007	2008	ka
Tuukkala	1989 (2009)	530	330	300	293	315	310
Saksala	1820 (2005)	748	196	234	233	251	229
Lähemäki	1949 (1985)	738	457	478	499	518	488
Rölli	1990 (2009)	1080	253	243	149	156	200
Muksula	1947 (2009)	293	627	655	677	707	667

Erot päiväkotien välillä selittyvät osittain sillä, että osa on huomattavasti vanhempia kuin toiset. Uudempien vaipat ovat paremmin eristettyjä. Muksulassa lämmitysenergian kulutus on selvästi muita suurempaa, mutta tulee todennäköisesti tulevaisuudessa pienenemään, koska päiväkotia on saneerattu vuonna 2009. Eroa päiväkotien välillä aiheuttaa myös se, onko niiden IV-koneessa minkälainen lämmöntalteenotto ja lämmitetäänkö jälkilämmityspatteria sähkövastuksilla vai vesikiertoisesti.

Oikealla sisälämpötilalla voidaan saada merkittävää säästöä lämmitysenergian kulu-
tukseen. Tiputtamalla sisälämpötilaa yhdellä asteella säästetään 5 % lämmityskuluissa.

Kaukolämpölaitteiden ja patterien oikealla käytöllä ja säännöllisellä huollolla saadaan myös säästöä aikaiseksi. Lämmitysverkon oikealla perussäädöllä saadaan tasaiset lämpötilat joka huoneeseen. [20.] Patterit tulee myös tarvittaessa ilmata eikä huonekaluja ja verhoja tulisi laittaa termostaatin eteen. Lämpöputkien ja käyttöveden kiertoputken hyvällä eristämällä voidaan vähentää lämpöhäviöitä tiloihin, joihin niitä ei haluta esim. tekninen tila ja ullakko. Veden kulutusta voidaan vähentää käyttötottumuksia muuttamalla. Vesikalusteita vaihdettaessa tulisi valita vähän vettä kuluttavia malleja. Oikealla kalusteiden huollolla voidaan myös vähentää veden kulutusta, esim. korjaamalla tiputtavat hanat ja tukkeutuneet poresuuttimet.

11.2 Sähkön kulutus

Tiedot päiväkotien sähkön kulutuksesta on saatu Mikkelin kaupungilta. Röllin päiväkodista ei ole tietoja sähkön kulutuksesta, koska vuokralainen maksaa itse sähkökulunsa. Vertailuarvo vuodelle 2005 on saatu e3Portaalista [17]. Vertailuarvo vuosille 2000 – 2007 on taas saatu Motivan energiakatselmoijan sivuilta [18].

Taulukoihin 24 ja 25 on koottu päiväkotien rakennustilavuudet, vuosien 2005 – 2009 sähkön kulutukset sekä näiden vuosien keskiarvot. Vuoden 2005 vertailuarvo on 19,9 kWh/m³ (e3portaali) ja vuosien 2000 – 2007 19,7 kWh/m³ (Motiva).

TAULUKKO 24. Päiväkotien sähkön kulutus, kWh/m³

Päiväkoti	V _{rak} , (m ³)	2005	2006	2007	2008	2009	Ka
Tuukkala	2310	21,5	20,5	20,2	20,2	24,8	21,4
Saksala	3070	25,0	29,5	23,4	25,3	25,3	25,7
Lähemäki	4794	13,3	18,3	15,2	17,1	19,7	16,7
Muksula	1142	11,7	13,8	10,5	15,1	9,8	12,2

TAULUKKO 25. Päiväkotien sähkön kulutus, kWh/m²

Päiväkoti	A _{rak} (m ²)	2005	2006	2007	2008	2009	Ka
Tuukkala	530	93,9	89,5	88,1	88,1	108,1	93,5
Saksala	748	102,5	121,0	96,2	103,9	104,0	105,5
Lähemäki	738	86,6	119,1	98,9	111,2	127,8	108,7
Muksula	293	45,5	53,9	40,8	58,8	38,0	47,4

Tuukkalan päiväkodin sähkön kulutus on vuoden 2009 laajennuksen jälkeen noussut melko selvästi. Muksulassa vuoden 2009 kulutus on 5,35 kWh/m³ pienempi kuin vuonna 2008. Tämä saattaa johtua siitä, että vuonna 2009 päiväkotia peruskorjattiin ja laajennettiin. Tällöin päiväkoti on saattanut olla suljettuna jonkin aikaa. Lähemäellä sähkön kulutus on noussut tasaisesti vuosi vuodelta. Syytä tähän on vaikea keksiä, mutta päiväkodin kannattaisi huomioida tämä seikka. Saksalassa kulutus on suurinta, muttei ole kasvanut juurikaan viime vuosina. On syytä huomioida, että vuoden 2009 vertailuarvo tulee olemaan suurempi kuin vuoden 2005. Tähän syynä on sähkön käytön lisääntyminen yleisesti. Tuukkalan ja Saksalan päiväkodit ovat valtakunnallisten keskiarvojen yläpuolella reilusti. Lähemäki on jonkin verran ja Muksula reilusti niiden alapuolella.

Helpoin tapa sähkön kulutuksen pienentämiseen on rakennuksen käyttäjien ohjeistaminen ja käyttötottumusten muuttaminen energiatehokkaampaan suuntaan. Paljon sähköä kuluttavien laitteiden vaihtaminen uusiin ja vähemmän kuluttaviin tuottaa helposti säästöä, mutta saattaa olla kertainvestointina kallis. Päiväkodeissa eniten sähköä kuluttavat keittiön laitteet. Myös niiden oikealla käytöllä voidaan säästää sähköä. Myös pienet muutokset auttavat esim. energiansäästölamppujen vaihtaminen tavallisten hehkulamppujen tilalle ja valojen sammuttaminen tiloista poistuttaessa.

Vantaan kaupunki järjesti vuonna 2009 päiväkodeille, kouluille ja oppilaitoksille ekotekokilpailun, jolloin nämä kilpailivat sähkön kulutuksen vähentämisessä ja säästötapojen ideoinnissa. Parhaassa päiväkodissa sähkön kulutus pieneni 16,4 % edellisvuoden vastaavaan ajankohtaan verrattuna. Yhteensä kilpailun avulla saatiin 53 000 € ja 170 000 kWh säästöt. Vastaavaa voisi yrittää Mikkeliissäkin. [21, s.4-7.]

12 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia leikki- ja lepohuoneiden lämpöolosuhteita ja ilmanvaihdon toimintaa päiväkodeissa. Lisäksi haluttiin vertailla päiväkotien lämmitysenergian ja sähkön kulutusta valtakunnallisiin keskiarvoihin. Työssä selvisi, että tutkimukseen valituissa päiväkodeissa on sisäilmaston laadussa ja ilmanvaihdon toiminnassa jonkun verran huomautettavaa.

Leikkihetken aikana pitämällä leikkihuoneen ovia auki ja kesäkaudella mahdollisesti ikkunatuuletuksen avulla saadaan tutkimuksessa mukana olleisiin päiväkoteihin yleensä aikaiseksi riittävä sisäilman laatutaso. Tarvittaessa tulee ryhmiä jakaa useampaan tilaan, jos suunniteltu henkilökuorma ylittyy. Lepohetken aikana tilanne on ongelmallisempi. Tällöin lepohuoneen ovet ovat yleensä kiinni, jotta muualla päiväkodissa voidaan toimia normaalisti ja lapset saavat nukkua rauhassa. Henkilökuormitus on lepo hetken aikana suuri, koska yleensä kaikki lapset nukkuvat samassa tilassa. Tilannetta ei helpota yhtään se, että useassa päiväkodissa leikki- ja lepohuoneiden tuloilmamäärät eivät ole suunniteltujen mukaiset. Henkilöperusteinen tuloilmamäärä täyttyy vain yhdessä lepohuoneessa ja pinta-alaperusteinen tuloilmamäärä vain yhdessä leikkihuoneessa. Muutaman päiväkodin leikki- ja lepohuone ovat liian pieniä pinta-alaltaan. Tällöin pinta-alaperusteinen ilmanvaihdon mitoitus ei toimi, jos henkilökuormat ovat yhtään suuremmat.

Lattian pintalämpötilat ovat kovillakin pakkasilla tutkituissa päiväkodeissa vähintään tyydyttävät, vaikka niissä ei ole lattialämmitystä. Tämä on tärkeää, sillä lapset leikkivät paljon lattialla. Ilmanvaihdon aiheuttamaa vetoisuutta oleskeluvyöhykkeellä havaittiin yhden mittauksen yhteydessä, ja tällöinkin syyksi paljastui väärin suunnattu tuloilmasäleikkö. Se, ettei ilmanvaihdon aiheuttamaa vetoisuutta todettu yhdessäkään päiväkodissa, kertoo siitä, että päätelaitteiden heittokuviot ovat oikeanlaiset ja myös siitä, että tuloilmavirrat ovat melko pieniä. Tuloilman lämpötilat olivat viimeisimmissä mittauksissa kaikissa päiväkodeissa oikeanlaiset. Vain yhdessä lepohuoneessa havaittiin ilmanvaihdon aiheuttamaa meluisuutta. Muksulan päiväkodin lepohuoneessa poistoilmakanava ylittää ilmanvaihdon sallitun äänitason. Ongelma saattaisi korjaantua kanavaan asennetulla ylimääräisellä ääneneristyksellä. Leikkihuoneiden valaistuksen taso vaihteli paljon päiväkodeissa, mutta oli kuitenkin riittävä kaikissa. Työskentelytasot tulisi kohdistaa niin, että niiden kohdalla valaistus olisi mahdollisimman hyvä. Säädettyä valaistusta ei ollut yhdessäkään päiväkodissa. Valaistukset useimmissa päiväkodeissa oli kuitenkin toteutettu useammalla kytkimellä, mikä parantaa energiatehokkuutta. Kaikissa valaistus oli turvallista, ts. lapset eivät päässeet kuumiin pintoihin käsiksi. Palaneita lamppuja esiintyi vähän.

Tutkimus osoittaa, että normaalissa päiväkodin rytmissä on muutamia hetkiä, esim. ruokailu ja lepoaika, jolloin ilmanvaihdon tehokkuudelle olisi käyttöä. Useasti lasten ollessa jossain tietyssä tilassa ovat muut tilat tyhjillään. Tällöin vakioilmavirtainen järjestelmä ei ole kovinkaan energiatehokas. Tarpeenmukaisesti säätävä ilmanvaihto voitaisiin toteuttaa esim. muuttuvailmavirtaisena järjestelmänä, jossa tilakohtaisia ilmavirtoja ohjataan hiilidioksidipitoisuuden perusteella. Jos saneerauksessa käytetään vanhoja kanavia, tulee niiden kunto tutkia ja soveltuvuus arvioida. [4, s.7.]

Suunnitelmiin tulisi kuulua myös kanavien tasapainotuslaskelma, jossa on näkyvissä kanavien kokonaispainehäviö ja säätöpeltien sekä päätelaitteiden painetasot ja esisäättöarvot. Tämä helpottaa urakoitsijan tehtävää ilmavirtoja säädettäessä, ja näin ollen päästäisiin mahdollisimman lähelle suunniteltuja arvoja. Jos urakoitsijan valitsemat laitteen poikkeavat suunnitelluista, tulee niiden täyttää samat vaatimukset. [4, s. 9, 12.] Urakoitsijan tulee myös kiinnittää huomiota puhtausluokitusten täyttymiseen. Tutkimuksissa havaittiin, että ainakin yhden päiväkodin laajennusosan kanavissa oli rakennuspölyä. Lisäksi päiväkotien huoneiden ilmavirrat tulisi säätää uudelleen, jos leikki- ja lepoaikaissa ei päästä suunniteltuihin arvoihin. Tällöin voisi jotain kanavan haaraa yrittää kuristaa ja koettaa saada leikki- ja lepoaikaan suunnitellut ilmavirrat. Näin tiloihin, joissa oleskellaan paljon, saataisiin mahdollisimman hyvä sisäilman laatu.

Kun uusia päiväkoteja rakennetaan tai vanhoja saneerataan, tulee olla selvillä, kuinka suurille lapsimäärille ne suunnitellaan. Näissä määrissä tulee pysyä, eikä päiväkotia saa tätä enempää ottaa lapsia hoidettavaksi. Päiväkodin henkilökunnan tulee olla perillä ilmanvaihtolaitteiston toiminnasta. Heidän tulee tietää, kuinka suurelle henkilömäärälle tilat on mitoitettu, ja heille tulee kertoa, jos järjestelmä on puutteellinen, jos esim. suunnitellut ilmavirrat eivät täyty. Tällöin he voivat suunnitella toimintaa niin, että mahdollisimman hyvä sisäilman laatu saadaan aikaan. Kiinteistöhuoltohenkilökunnan tulee tarvittaessa opastaa päiväkodin henkilökuntaa.

Kaikissa tutkimuksessa mukana olleissa päiväkodeissa ilmanvaihtokoneiden suodattimet vaihdetaan vähintään kaksi kertaa vuodessa. Suodattimien vaihdon yhteydessä ilmanvaihtokoneiden osat puhdistetaan myös sisältä ja esim. niiden lämmitysjärjestelmän lämpötilat tarkistetaan. Kiinteistöhoitohenkilökunnalla on asianmukainen koulutus, ja kaikki huoltotoimenpiteet merkitään muistiin huoltokirjaan. Suodattimen

vaihdon yhteydessä kannattaisi vielä tarkistaa päätelaitteiden puhtaus ja tarvittaessa puhdistaa ne. Tutkimuksen yhteydessä havaittiin myös muutamia väärin suunnattuja tuloilman päätelaitteita, puhdistuksen yhteydessä myös nämä tulisi tarkastettua. Samalla voisi leikki- ja lepohuoneiden ilmavirrat mitata ja näin varmistaa, että ilmavirrat vastaavat tavoitearvoja. Osassa päiväkodeissa kanavia oli nuohottu viime vuosien aikana, osassa ei. Päiväkotien ilmanvaihtokanavat tulisi puhdistaa viiden vuoden välein.

Lämmitysenergian ja sähkön kulutuksen vertailu valtakunnallisiin tilastoihin osoittaa, että tässä työssä mukana olleilla päiväkodeilla olisi parannettavaa näillä rintamilla. Kappaleessa 11 on lueteltu joitain säästökeinoja, jotka päiväkotien ja kiinteistönhuoltohenkilökunnan kannattaa huomioida. Varsinkin Muksulan päiväkodin suuren lämmitysenergian kulutuksen syitä kannattaa pohtia.

Tutkimus osoittaa, että näissä päiväkodeissa sisäilmaston laatu ja sen tavoitearvot täyttyvät yleensä vähintään tyydyttävästi, vaikka puutteitakin on. Suurimmat puutteet aiheutuvat liian pienistä tuloilmavirroista, mikä näkyy varsinkin lepohetken aikana kasvaneina hiilidioksidipitoisuuksina ja kohonneina lämpötiloina. Ongelmat ovat samoja kuin aiemmissakin tutkimuksissa. Tulevaisuudessa uusia päiväkoteja rakennettaessa ja vanhoja saneerattaessa tulisi panostaa etenkin suunnitteluvaiheeseen ja käyttöönottoon.

LÄHTEET

1. Kuosmala, Tuula & Säkkinen, Sari 2010. Lasten päivähoito 2009. Terveiden – ja hyvinvoinninlaitos. Tilastoraportti. PDF- dokumentti.
http://www.stakes.fi/tilastot/tilastotiedotteet/2010/Tr32_10.pdf. Päivitetty 13.1.2011.
Luettu 15.4.2011.
2. Ahola, Mervi 2010. Päiväkotien sisäilmatutkimus. LVI – talotekniikkateollisuus. Tutkimussuunnitelma. PDF- dokumentti.
3. Jalas, Johanna & Kimari, Pirjo. Päiväkotien ilmanvaihto. Oulun seudun ammatti- korkeakoulu. Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy (TAKE) 2002.
4. Jalas, Johanna & Kimari, Pirjo. Päiväkotien ilmanvaihto-opas. Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy (TAKE) 2002.
5. Saarsalmi, Olli (toim.) Päivähoidon turvallisuussuunnitelma. Stakes ja STM. Stakes Oppaita 71 Helsinki: Gummerus 2008.
6. Sisäilmayhdistys 2008. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Painorauma Oy, 2008. ISSN 1237-1866.
7. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet 1987.
8. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet 2003.
9. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet 2010.
10. Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. STM:n oppaita 2003:1. Helsinki.

12. LVI-laitosten mittaukset. 1999, LVI 014-10290, KH 20-00260.
13. SFS 5511 Ilmastointi. Rakennusten sisäilmasto. Lämpöolojen kenttämittaukset. 1989, LVI-014-10187, KH 24-00172.
14. SFS 5512 Ilmastointi. Ilmavirtojen ja painesuhteiden mittaus ilmastointilaitoksessa. 1989, LVI 014-10190, KH 24-00172.
15. Virtala Tomi 2010. Päiväkotien sisäilmatutkimus. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. PDF-dokumentti.
16. Virtala Tomi 2010. Päiväkotien kesämittaukset. Mikkelin Ammattikorkeakoulu. Raportti. Word-dokumentti.
17. VTT 2011. Kulutuksia rakennustyypeittäin. <http://e3portal.vtt.fi/>. Luettu 12.4.2011.
18. Motiva. Energiakatselmoijan extranet – palvelu.
19. Energiatodistusopas 2007. Ympäristöministeriö. Liite 1. 2009
20. Etelä-Savon Energia Oy 2011. Kaukolämpötilan energiansäästövinkeillä. PDF-dokumentti. <http://www.ese.fi>. Päivitetty 9.2.2011. Luettu 18.4.2011
21. Markkula, Teea 2010. Ekoteko säästä sähköä- kilpailu Vantaan päiväkodeissa, kouluissa ja oppilaitoksissa 1.10.2009 – 30.4.2010. Vantaan kaupunki, sivistystoimi. PDF-dokumentti.
http://www.hsy.fi/seututieto/Documents/Ilmastoseminaarit/Teea_Markkula2011.pdf.
Päivitetty 26.1.2011. Luettu 18.4.2011.
22. <http://www.techpowerup.com>. Kuva-tiedosto. Viitattu 26.4.2011.

LIITE 1 (1)

Mittalaitteet



KUVA 1. Lämpöolosuhteiden ja ilman laadun mittausjärjestelmä [15 s. 6]



KUVA 2. Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittauksissa käytetty data-loggeri EBI 20-TH [15 s. 6]

LIITE 1 (2)



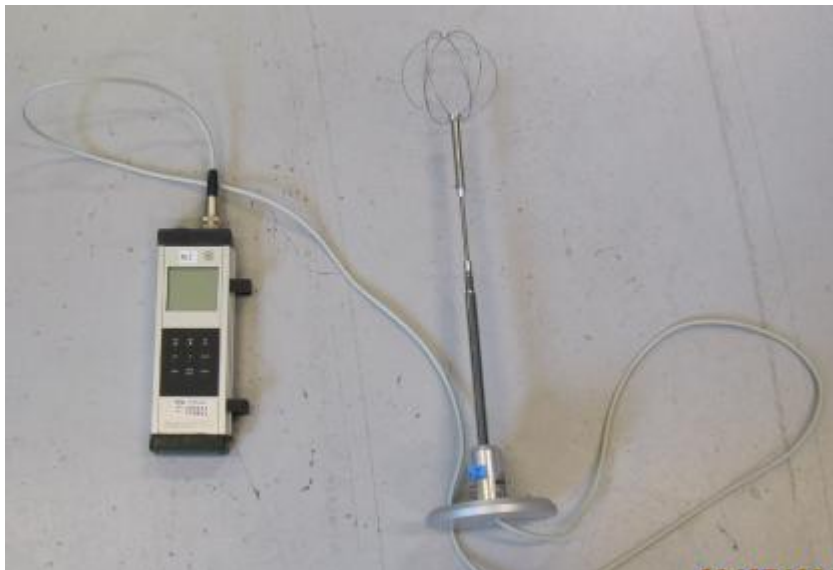
KUVA 3. Lämpötilojen mittauksissa käytetty Eltek 1000 Series Squirrel [15 s. 7]



KUVA 4. CO₂-mittari TSI IAQ-CALC 7535 [15 s. 7]



KUVA 5. Lattian pintalämpötilat mitattiin infrapunalämpötilamittari Raytek Rainer ST2L [15 s. 8]



KUVA 6. Ilman liikenopeuden mittauksissa käytetty Swema air 300 ja olosuhdeanturi [15 s. 8]



KUVA 7. Tulo- ja poistoilmamäärä mittauksissa käytetty TSI 8370 Accubalance Balometri [15 s. 9]



KUVA 8. Melumittauksissa käytetty Bruel & Kjaer 2236